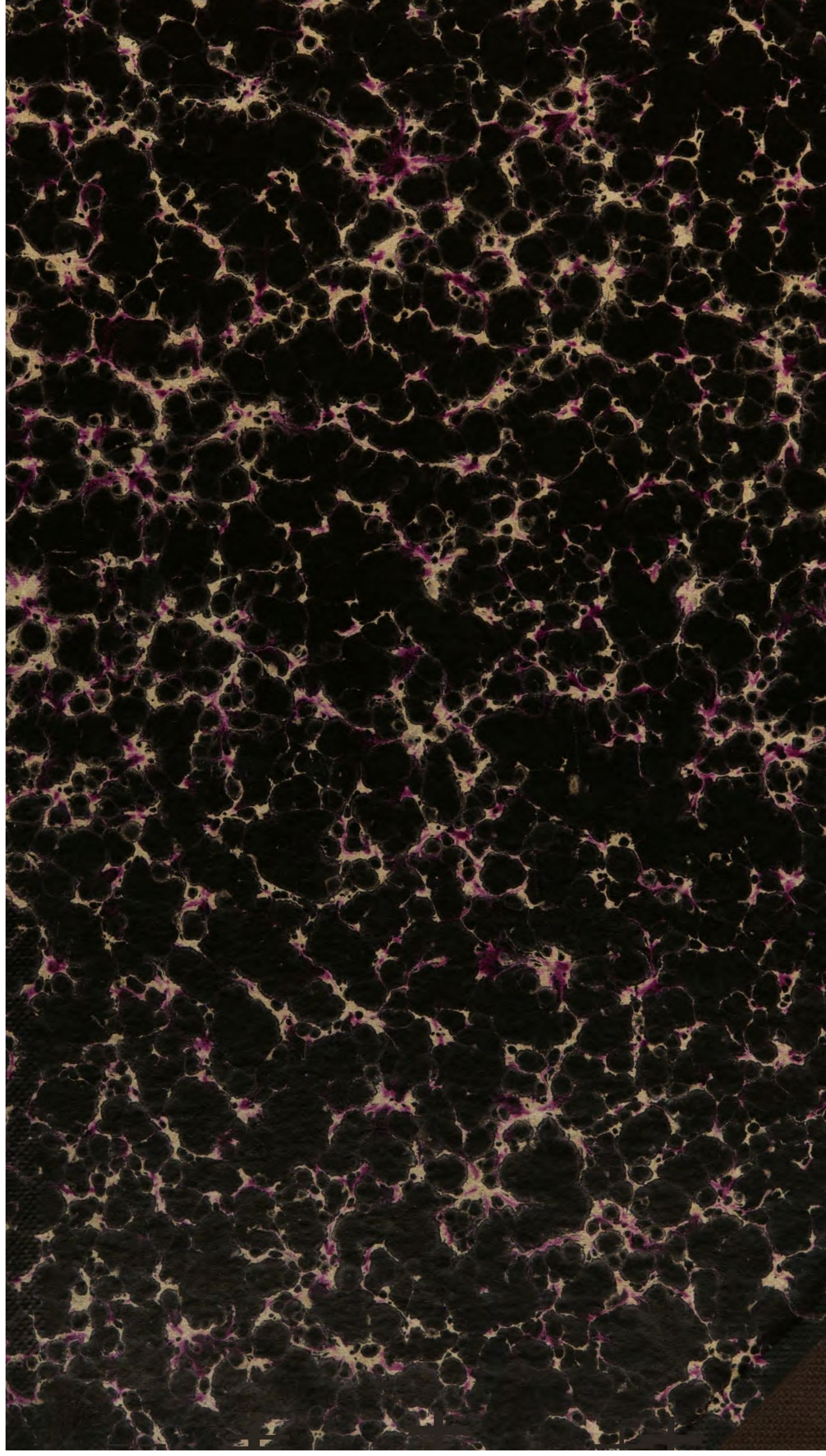




Graph. 751

<36635789220019

<36635789220019

Bayer. Staatsbibliothek

Handbuch der electrischen, galvanischen, magnetischen und electromagnetischen Telegraphie.

Ein theoretisch-praktischer Leitfaden

zur

richtigen Kenntniss der bezüglichen Apparate, Batterien und deren
chemischen Prozesse, dann der Einschaltungs-Methoden,

nebst einer umfassenden Schilderung

der neuesten Erfindungen und Verbesserungen im Gebiete der
Telegraphie und des gesammten hierauf Bezug nehmenden
Apparatenwesens.

Mit besonderer Rücksicht auf den k. k. Staats-Telegraphendienst bearbeitet

von

Joseph Forsach,

k. k. Telegraphenamts Offizialen.

Mit 45 lithographirten Tafeln.

Wien 1854.

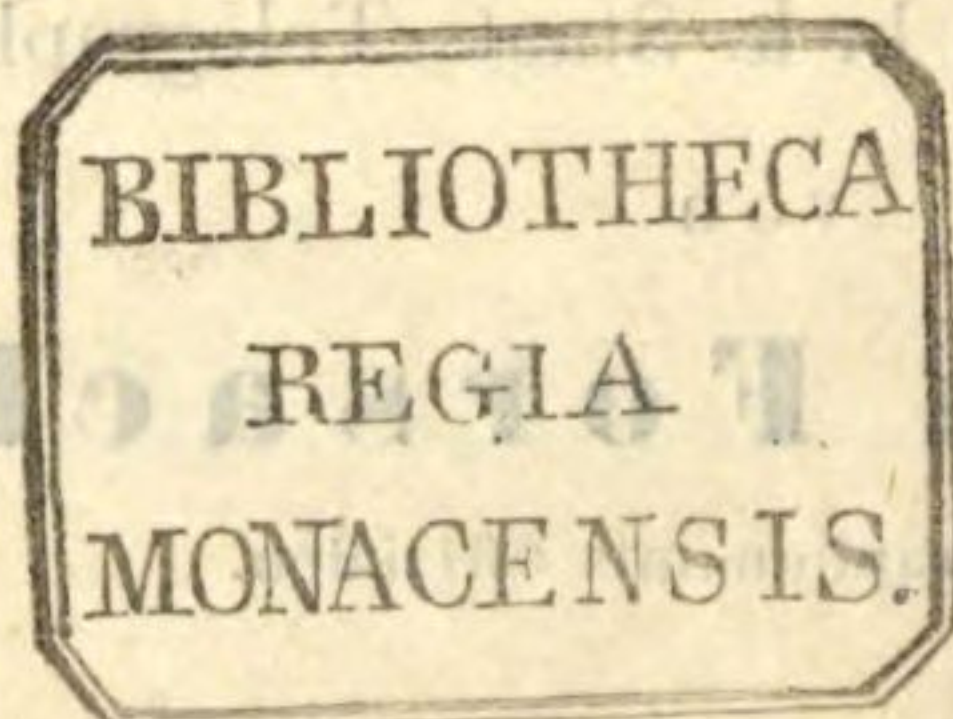
Verlag und Druck von Carl Gerold & Sohn.

62. 2.

Graph. 451

Ein theoretisch-praktischer Leitfaden

Mit besonderer Rücksicht auf den Inhalt des Buches bearbeitet



V o r w o r t.

Die vorliegenden Blätter haben keine andere Mission, als meinen Collegen einen Leitfaden in die Hand zu geben, mit dessen Hilfe sie sich bei den verschiedenen Vorkommnissen ihres Berufes schnell Rath und Hilfe schaffen, gleichzeitig aber auch eine umfassendere Kenntniss des Apparatenwesens gewinnen können. Die grosse Zahl physikalischer Lehrbücher und Compendien zu vermehren, lag ausser meiner Absicht, und gehört in den Berufskreis der Fachgelehrten.

Was ich auf dem Gebiete der Telegraphie theoretisch und praktisch erfahren, was ich in meiner dienstlichen Stellung einsehen und begreifen lernte: habe ich getreulich aufgezeichnet, und mich bestrebt, das Ganze in jene Form zu bringen, welche für das Selbst-Studium, oder auch zum Recapituliren des Erlernten die geeignetste sein dürfte. Mögen daher meine Collegen und alle Jene,

welche sich dem Telegraphendienste widmen wollen, in dem vorliegenden Buche kein Lehrbuch suchen, sondern dasselbe nur als Aufzeichnung des Wissenswerthesten aus dem Gebiete der Telegraphie betrachten, das sich der Telegraphenbeamte stets gegenwärtig zu halten hat, wenn er den Anforderungen des Dienstes entsprechen will! —

Im Juli 1854.

Der Verfasser

V o r w o r t

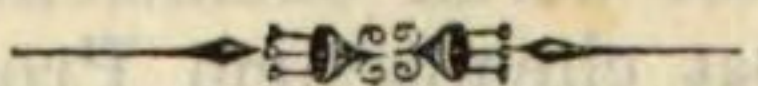
Die vorliegenden Blätter haben keine andere Mission, als meinen Collegen einen Leitfaden in die Hand zu geben, mit dessen Hilfe sie sich bei den verschiedenen Vorkommnissen ihres Berufes schnell Rath und Hilfe schaffen, gleichzeitig aber auch eine umfassendere Kenntniss des Apparatenwesens gewinnen können. Die grosse Zahl physikalischer Lehrbücher und Compendien zu vermehren, lag ausser meiner Absicht, und gehört in den Bereich der Fachgelehrten.

Was ich auf dem Gebiete der Telegraphie theoretisch und praktisch erfahren, was ich in meiner dienstlichen Stellung einsehen und begreifen lernte: habe ich getreulich aufgezeichnet, und mich bestrebt, das Ganze in jene Form zu bringen, welche für das Selbst-Studium, oder auch zum Recapituliren des Erlernten die geeignetste sein dürfte. Mögen daher meine Collegen und alle Jene,

I n h a l t.

	Seite
Erster Abschnitt.	
Begriff und Aufgabe der Telegraphie im Allgemeinen	1
Zweiter Abschnitt.	
Galvanismus und dessen Ursprung	5
Dritter Abschnitt.	
Leiter, Leiterreihen, Spannung und Spannreihen	9
Vierter Abschnitt.	
Von der Säule, ihrem Entstehen und ihren Wirkungen	12
Erklärung der offenen Kette, der geschlossenen, und des Schlussbogens . .	12
a. Physiologische Wirkungen der Kette	16
b. Chemische " " "	17
c. Magnetische " " "	21
Fünfter Abschnitt.	
Quantität und Intensität des electrischen Stromes	24
Das Ohm'sche Lehrgesetz zergliedert in 7 Formeln	25
Sechster Abschnitt.	
Bestimmung der constanten Grössen einer Kette	33
a. Bestimmung der Stemmstärke	33
b. " des wesentlichen Widerstandes	34
c. " der electromotorischen Kraft	35
Siebenter Abschnitt.	
Von den Widerständen insbesondere	37
a. Specifischer Leitungswiderstand der Metalle	37
b. Von dem Leitungswiderstande der Flüssigkeiten	40
c. " " " des menschlichen Körpers	44
d. " " " des Erdbodens	44
Achter Abschnitt.	
Von den verschiedenen Messinstrumenten	47
a. Galvanometer und Multiplicatoren	48
b. Die Tangentenbusolen	49
c. Einiges über die Sinusbusolen	51
d. Von den Rheostaten, deren Bestandtheilen und Anwendung	52
e. Von den Wheatstone'schen Regulator	53
f. Das Volta-Electrometer	56
Neunter Abschnitt.	
Von der Verlängerung des Schliessungsbogens	58
a. Von der ober- und unterirdischen Leitung	58
b. Von den Gesetzen bei einer offenen Leitung	61
c. Anlage zur oberirdischen oder offenen Leitung	62
d. Von der Entfernung der Tragsäulen	63
e. Von der Spannung des Drahtes	64
f. Von der unterirdischen Leitung	67
Zehnter Abschnitt.	
Von der Guttapercha, deren Bereitung zur Draht-Umpressung, nebst deren Prüfung auf Isolirung	71
Elfte Abschnitt.	
Vom Electromagnetismus und dessen Ursprunge	76
Die Lehre von der Induction.	81
Zwölfter Abschnitt.	
Von den verschiedenen Batterien	86
Von den constanten Batterien insbesondere.	89
a. Die Kette von Daniel nebst deren chemischem Processe	89
b. " " von Grove nebst chemischem Processe	91
c. " " von Smeé nebst chemischem Processe	92

	Seite
d. Die Kohlenbatterie von Bunzen	93
e. Die Eisen- und Zink-Eisenketten	94
f. Die Batterie von Eisenlohr	95
g. Die Zink-Cooksbatterie vom Mechaniker Stöhrer	95
h. Die englischen Sandbatterien	96
i. Einiges über die Erdbatterien	96
k. Ueber die Amalgamation der Zinkplatten	97
Dreizehnter Abschnitt.	
Von den verschiedenen Apparaten und deren Functionen	97
a. Ueber den Apparat von Sömering	98
b. „ „ „ von Schilling	101
c. „ „ „ von Gauss und Weber	101
d. „ „ „ von Steinheil	102
e. „ „ „ von Bain sammt seinen drei Lagen	104
f. „ „ „ von Wheatstone	106
g. „ „ „ des Amerikaners Morsee	109
bestehend aus folgenden Theilen:	
1. Der Taster oder Sprechapparat, auch Schlüssel	112
2. Der Relais oder Uebertragungs-Apparat	114
3. Die Linien und die Localbatterien	116
4. Der electromagnetische Wecker-Apparat	118
h. Ueber den Glocken-Apparat von Steinheil	119
i. Ueber den Translations-Apparat von Matzenauer	120
k. Ueber den Batterie- und Linienwechsel	125
l. Ueber die Blitzplatten überhaupt	128
{m. „ „ „ der neueren Zeit und jene nach einer Idee	130}
{n. „ „ „ des Verfassers	131}
Vierzehnter Abschnitt.	
Von den electricen und electromagnetischen Uhren	131
a. Die galvanische Uhr von Wheatstone	132
b. Die electriche Uhr von Bain mit Normaluhr	133
c. „ „ „ „ ohne Normaluhr	135
d. Die electricen Uhren von Stöhrer in Leipzig	136
Fünfzehnter Abschnitt.	
Von der Combinationslehre überhaupt	137
a. Die Erklärung der Stromausgleichung überhaupt	138
b. „ „ des Stromlaufes bei Relais-Translatoren	130
c. „ „ „ bei Schreibtranslatoren	139
Sechzehnter Abschnitt.	
Ueber die speziellen Verhaltensregeln bei Prüfung auf Isolation und Ganz- sein des unter der Erde fortlaufenden Guttapercha-Drahtes	143
A n h a n g.	
I. Der neue galvano-chemische Schreibapparat, construiert von dem k. k. österreichischen Staatstelegraphen-Director Dr. W. Gintl	147
II. Vom neuartigen amerikanischen Schnelltelegraphen	151
a. Einiges über den Fortschritt unserer Telegrafie	153
b. Ueber die Ausgleichungsströme	154
c. Ueber das Project der Feld-Telegrafie	155
III. Von der Behandlung der Apparate und Manipulation bei der Telegrafirung	156
a. Instruction bei Behandlung des Tasters	157
b. „ „ „ des Relais	158
c. „ „ „ des Schreibapparates	158
d. „ „ „ der Translatoren	159



Erster Abschnitt.

Begriff und Aufgabe der Telegrafie im Allgemeinen.

Die Aufgabe der Telegrafie besteht vorzüglich darin, den Zeitraum, die Entfernung der Stationen, so wie Tages- oder auch Nachtzeit von einander gänzlich unabhängig zu machen; mit einem Worte, zu jeder beliebigen Zeit, und in jede beliebige weite Entfernung in dem möglichst kurzen Zeitraume seine Gedanken zu versenden. Telegrafie ist eine der wunderbarsten Gaben der Natur und besteht in Mittheilung, dem eigentlich grossen Bande, welches Alle, nicht nur die Thiergattungen, sondern auch die Menschen unter einander verbindet, und zu den Erscheinungen des Weltalls in Beziehung setzt. Es befällt uns nirgends mehr Staunen als in der Anschauung des Reichthums der Natur; um diesen Zweck der allgemeinen, wechselseitigen Verständigung zu erreichen. Wir finden von der Insectenwelt bis hinauf zur Entwicklung der Sprache des Menschen, ja sogar an verkümmerten Menschen, als Taubstummen, Blinden u. d. gl. die verschiedenartigste Möglichkeit gegenseitiger Mittheilung. So verschiedener Art als aber auch die Verständigungen sein mögen, so beruhen jedoch alle Mittheilungen durch Erregung der einzelnen Sinne. Diese Erregung betrifft nun bald das Auge, bald das Gehör, bald das Gefühl, bald Alles zugleich. So wie man in der Schrift einzelne Punkte und Striche zu einem Buchstaben combinirt: eben so lassen sich durch Zeichen, die entweder durch die Luft oder durch das Wasser oder auch durch die Wärme hervorgebracht werden, Buchstaben, Wörter und Sätze zusammenfügen, die bald durch das Licht, bald durch den Schall, bald durch Electricität oder Electromagnetismus unser Auge oder unser Ohr afficiren. Man wandte zuerst, und zwar besonders im Jahre 450 vor Christi Geburt unter König Perseus das Licht als Telegraf an. Man kann aber nur das Gesicht, und nicht das Gehör dazu gebrauchen, daher ein Lichttelegraf nur dann seine Zeichen zu geben vermag, wenn die Luft von Nebel rein, die Entfernung nicht gar zu gross, und die Aufmerksamkeit auf jeder Station unmittelbar immer auf den Zeichengeber gerichtet ist. Endlich tritt noch der Uebelstand

ein, dass wegen dem Baue unserer Erde das Licht nicht überall gesehen werden kann. Später wandte man Spiegel an, die wohl durch den Reflex das Licht bedeutend verstärkten, und man war im Stande, wenn auch gerade kein Sonnenschein, wie z. B. bei Nacht, durch das Erglühen des Kalkes, oder durch Phosphor, durch das zurückprallende Licht und durch schnelles Bedecken und wieder Blossstellen eines Spiegels auf bedeutende Fernen zu signalisiren. Auch den Schall durch die Luft wandte man an; dieses konnte aber nur auf kleine Distanzen geschehen, und daher war diese Art Verständigung von nicht gar zu grossem Vortheil für die Telegrafie. Für's Erste durchläuft der Schall binnen 20 Sekunden nur eine Meile, und zweitens wurde er entweder für die Nachbarschaft gar zu lärmend, oder wollte man dieses vermeiden, so war derselbe für entferntere Strecken nicht hörbar. Man hat wohl auch den Schall durch Wasser geleitet, wo die Wirkung vierfach schneller und grösser als in der Luft ist, und versuchte durch Horizontalwasser den Schall nicht sowohl dem Gehöre, als auch dem Gefühle bemerkbar zu machen. Eine andere Möglichkeit auf grosse Distanzen zu telegrafiren ist durch die strahlende Wärme geboten worden, die durch Spiegel auf thermoelectrische Elemente hervorgebracht wurden. Aber auch ein solcher Telegraf würde durch Nebel unwirksam werden. Später im Jahre 1794 wendete Chappé die Fernröhre an, und als Zeichengeber einen Regulator, der an jedem Ende einen Indicator auch Flügelarm, trägt, der sich eben so wie der Regulator selbst um seine Axe drehen lässt; die Flügel sind so wie der Regulator schwarz angestrichen, um damit sie von dem Horizonte grell abstechen, und werden im Innern des Gebäudes durch eine eigene Stange balancirt. Jeder Flügel konnte acht Stellungen einnehmen, durch welche sämmtlich erforderliche Zeichen ausgedrückt werden konnten.

A n d e r e S y s t e m e. Gleich nach der Entdeckung Chappé's arbeitete man von vielen Seiten an der Vervollkommnung dieser Telegrafen. Es verfertigte Gauss einen Helyotropen, welches Princip auf kleinen Spiegeln beruht, die durch Reflexion des Sonnenlichtes 5 bis 6 Meilen mit freiem Auge sichtbar waren, und daher durch Drehen und Bedecken solcher Spiegel auf grosse Entfernungen, wenn anders sich kein zu starker Nebel niederliess, eine grosse Menge von Lichtblicken erregt werden konnte, die als Signale zu gelten hatten.

Gleich nach Gauss hat ein gewisser Villalongue einen Tag- und Nachttelegrafen verfertigt, mit welchem sowohl bei Tag, als auch bei Nachtzeit mit denselben Zeichen signalisirt werden konnte. Eine sehr deutliche und nähere Erörterung dieses Telegrafen gibt Doctor Schellen in seinem Werke über Telegrafie. Dieses System hat Villalongue der Academie zu Paris vorgelegt, und dieselbe hat sich äusserst günstig für diese Erfindung

erklärt. Auch ein gewisser G o n o n, und besonders T r e u t l e r hat sich um die optische Telegrafie sehr verdient gemacht, welche Systeme aber hier der Weitläufigkeit wegen übergangen werden müssen. Aber alle diese Telegrafen waren äusserst unvollkommen; es traten überall die wesentlichsten Uebelstände hervor, die sich trotz aller Mühe nicht beseitigen liessen. Man musste viel von der Witterung abhängen, konnte auf weitere Strecken nur mit der äussersten Anstrengung, auch oft gar nicht, besonders bei Nebel die Signale ausnehmen; endlich war die immerwährende Beobachtung durch das Fernrohr sehr anstrengend. Erst als man anfang mit Hilfe der Reibelectricität Versuche in der Telegrafie zu machen, gewann das Ganze ein anderes Ansehen, und eilte somit einen Schritt näher zur Vervollkommnung. Meine Leser werden mir erlassen über Reibelectricität in nähere Details einzugehen. 1. Weil dieses zu weit von dem eigentlichen Hauptzwecke dieses Werkchens abführen würde, 2. weil in diesem theoretisch-praktischen Werke vorausgesetzt wird, dass der Leser schon mit den Erscheinungen der Reibelectricität vertraut ist, und endlich 3. weil bei dem Kapitel über Galvanismus und dessen Ursprung, ohnehin eine nähere Erörterung über diesen Gegenstand gegeben wird. Der Erste, welcher von diesem Principe, die Reibelectricität zur Telegrafie zu benützen, Gebrauch machte, war ein Gelehrter aus Genf, Namens L e s s a g e im Jahre 1775. Er construirte einen Telegrafen aus 24 Metall-Leitdrähten, deren Spitzen in eben so viele Glasröhren die mit den Buchstaben des Alphabets bezeichnet waren, hineinreichten. Jede Glasröhre war mit einem feinen Goldplättchen, bedeckt; sobald nun ein electrischer Strom*) durch den Draht hindurch geleitet wurde, divergten die Goldplättchen, und mittelst dieser Buchstaben, die mit den Plättchen correspondirten, wurde die Correspondenz eingeleitet.

Ein zweiter Apparat wurde von L o m o n d im Jahre 1784 construiert. Derselbe verwendete eine Reibmaschine; ein Electroscop mit zwei Federmarkkugeln, und bildete durch die mehr oder mindere Divergenz derselben das Alphabet.

Zehn Jahre später, also im Jahre 1794, in demselben Jahre, als C h a p p é mit seinem optischen Staatstelegrafen auftrat, machte R e i s s e r den Vorschlag, durch das Ueberspringen der Reibelectricitätsfunken auf leitende Körper die Correspondenz zu führen. Er belegte nämlich Glasplatten mit Staniol und schnitt die Buchstaben des Alphabets daraus aus, so dass der Buchstabe, wenn ein Strom durchgeleitet wurde, wie ein Blitz erschien. Er gebrauchte aber zu jedem Buchstaben zwei isolirte Leitdrähte; dieser Vorschlag konnte daher auch zu keiner Ausführung kommen, indem die grosse Anzahl Leitdrähte bedeutende Kosten ver-

*) Das Wort Strom wird im Kapitel über Galvanismus näher erklärt werden.

ursacht hätten, dann die Isolirung derselben äusserst schwierig, eben so die Beobachtung bei Tage sehr anstrengend gewesen wäre.

Gleichzeitig mit Reisser machte Professor Bökmann den etwas praktischeren Vorschlag, durch das Ueberspringen der Funken in Intervallen, und bloss mit zwei Leitdrähten Signale zu geben. Eben so schlug Cavallo im Jahre 1795 vor, durch Entzündung brennbarer Substanzen als: Phosphor u. d. gl. Signale zu geben.

Auch Doctor von Salva hat einen ähnlichen Telegrafen im Jahre 1798 in Madrid im ziemlich grossen Modelle ausgeführt. Ausser diesen genannten Männern hat noch im Jahre 1815*) Francis Ronalds die augenblickliche Fortleitung einer electrischen Entladung benützt, um einen Telegrafen zu construiren. Er hatte zwei Leitungen, eine unter der Erde und eine in der Luft ausgespannt. Er legte die unterirdischen Drähte 1 — 2 Meter tief, indem er sie früher in 5 Centimeter breite, von Innen und Aussen gut verpichtete Holzröhren einschloss. Sein Apparat bestand aus zwei Messingscheiben, von denen die eine, und zwar die hintere in 20 Kreistheile, und zwar solchergestalt eingetheilt war, dass jeder einzelne Theilpunkt mit einem Buchstaben, einer Ziffer und einer Phrase bezeichnet war, und durch das auf der zweiten vordern Scheibe ausgeschnittene Fenster, welches dieselbe Grösse wie ein Kreistheil der ersten Scheibe hatte, abgelesen werden konnte, indem sich jedesmal ein Buchstabe, eine Ziffer und eine Phrase vor dem Ausschnitte repräsentirte. Die Buchstabenscheibe war an dem Secundenrade einer Pendeluhr befestigt, und rückte in einer Secunde immer um einen Theilgrad vorwärts. Auf der vorderen Scheibe waren als Electroscope zwei Hollunderkugeln befestigt. Sobald nun mittelst einer Reibmaschine Elektricität angehäuft wurde, so luden sich die Kugeln und divergirten. Sobald nun der betreffende Buchstabe, den man signalisiren wollte vor dem Fenster der vordern Scheibe erschien, wurde die Electricität entladen, die Kugeln fielen zusammen, und diess war das Zeichen für den zu geltenden Buchstaben auf der nächsten Station. Auch benützte dieser Ronalds die Entladung der electrischen Pistole als Aufrufs-Signal. Hierbei war nun die wesentlichste Sache, dass die Uhren auf jeder Station einen vollkommen gleichmässigen Gang beobachteten, was natürlich nicht so leicht ist, als man versucht ist zu glauben. Ueberhaupt haben alle diese durch Reibelectricität hervorgebrachten Signale sehr viele Uebelstände an sich, dass es schwer hält, selbe zu überwinden; — 1. die Unbeständigkeit der Reibelectricität,

*) Obwohl nochmals auf das Jahr 1799 und 1800 zurückgegangen werden muss, so musste doch noch Ronalds' Apparat, um den Gang der Ordnung nicht zu stören, hier angeführt werden.

2. ihre Abhängigkeit von den Atmosphärien, 3. die Schwierigkeit einer vollkommen guten Isolirung, 4. die Unsicherheit der Beobachtung, 5. die Unverlässigkeit der Stromquelle und endlich 6. den Mangel eines ordentlichen Weckersignales. Wir nähern uns daher wieder einen Schritt der Ausbildung der Telegrafie, und zwar durch den Galvanismus. Aber ehe wir hier weiter gehen, müssen wir auf das Jahr 1790 zurück, 1. um dem Manne ein Andenken zu schenken, von dem eigentlich die Entdeckung ausging, und 2. um den geschichtlichen Ursprung unserer heutigen Telegrafie, die den geneigten Lesern gewiss nicht uninteressant sein dürfte, nebst mehreren Ansichten berühmter Männer, und deren Streitigkeiten über Galvanismus und Electricität kennen zu lernen. Wir nähern uns daher in diesem Kapitel immer mehr und mehr der Vervollkommnung der Telegrafie.

Zweiter Abschnitt.

Galvanismus und sein Ursprung.

Wir kommen jetzt auf eine Kraft zu sprechen, die schon beinahe 100 Jahre das unaufhörliche Forschen der berühmtesten Männer war. Es ist diess die galvanische Kraft, benannt von dem Entdecker derselben, Professor Aloisius Galvani*). Er war es der zuerst mit diesem Grundphänomen bekannt wurde. Kaum mehr als ein Jahrhundert ist verflossen, seit die einzelnen Phänomene, die Grundsteine jenes herrlichen Gebäudes zusammengetragen wurden, von Männern, die gewiss nicht wussten, welche hohe Wichtigkeit und Bedeutung dieses Gebäude im nächsten Jahrhunderte erhalten werde. Dieser erwähnte Galvani war dazumal Arzt und Lehrer der Anatomie zu Bologna, im Jahre 1790. Er war ein Glückskind, und hatte eine grosse Entdeckung gemacht, obwohl der Zufall ebenfalls das Seinige dazu beitrug. Er hat wohl das Verdienst der Erklärung der Erscheinung, aber nicht das Verdienst der Lösung dieser Frage. Es existiren eine Menge Versionen darüber; die Wahrheit ist, dass Galvani sich viel mit Anatomie beschäftigte; es sollten für seine lungenschwind-süchtige Gattin Frösche als Brühe präparirt werden; die Schenkeln wurden hiezu aus der Haut ausgelöst, dass sie bloss lagen, und die Frösche entzwei geschnitten. Der Gehilfe Galvani's

*) Schon Sulzer befasste sich im Jahre 1760 mit Forschungen über eine solche Kraft. Er nahm zufällig einen Silber- und einen Zinkstreifen zwischen die Zunge, und schloss deren Enden mit den Zähnen, wo er augenblicklich eine eigenthümliche Geschmackempfindung verspürte. Er gab aber eine höchst fantastische Erklärung darüber.

hatte zufälliger Weise mit einem Messer diese Thiere berührt, und bemerkte dort, wo die Berührung stattfand, eine convulsivische Zuckung der Muskeln. Diess machte nun auf Alle einen tiefen Eindruck. Galvani's Frau selbst gab die erste Idee einer Erklärung; sie glaubte zu bemerken, dass sich die Zuckungen so oft wiederholten, als Funken aus einem nahe stehenden Conductor einer Electrisirmaschine gezogen wurden. Dieses Phänomen gab Veranlassung zur Erklärung der atmosphärischen Electricität. Galvani bereitete einst wieder Frösche, und hing nach Entblössung der Cruralnerven selbe mittelst kupfernen Haken an einem eisernen Gitter auf, und sah, dass die Füße plötzlich zu zucken anfangen, sobald sie das Eisen berührten. Er kam daher zu dem Schlusse: „Nur eine leitende Verbindung zwischen Nerv und Muskel sei nothwendig, um an dem Letztern Contractions zu bewirken.“ Er war der Meinung, dass diesen Thieren eine Art analoger Kraft eigen sei.

Preil und Pfaff traten aber dagegen entschieden auf, und Graf Alexander Volta, damals Professor zu Pavia, fasste die Entdeckung der Geschmacksempfindung Sulzers aufs Neue auf, und sagte, dass zwei heterogene Metalle, die mittelst eines feuchten Leiters in Verbindung gesetzt wurden, dabei die Hauptrolle spielten. Man entdeckte nun bei genauerer Ansicht und Betrachtung die Kluft dieser beiden Meinungen. Galvani hatte nur eine thierische Electricität gesehen; Volta trennte die Erscheinung und sagte, es sei dieses Phänomen auf ein neues Princip gegründet; es seien nicht Nerv und Muskel, so wie Galvani angab, die Electromotoren; sondern es sei durch den Act der Berührung die Electricitäts-Erzeugung hervorgebracht worden. Volta suchte den Strom nicht im Lebensfluidum, sondern in der metallischen Berührung. Sonderbar dass die Arbeiten Galvani's mit so vielem Interesse aufgenommen wurden, während die Arbeiten Volta's weil sie gegen Galvani's Ansicht anstießen, weniger Beifall fanden; es bildete sich eine förmliche Opposition, ein Verein von Männern, die die Ansicht Galvani's in Schutz nahmen, und die von Volta zu stürzen suchten.

Diese zwei verschiedenen Ansichten Galvani's und Volta's gaben Anlass zu unzähligen Streitigkeiten, bis es endlich doch Alexander Volta gelang, wie es auch von einem so tief denkenden Manne zu erwarten war, mit seiner Ansicht, die er zu einer ganz eigenthümlichen Form erhob, siegreich durchzudringen. Er stellte den kräftigen und bewiesenen Lehrsatz auf: „Nicht sowohl zwei heterogene Metalle, als auch was immer für heterogene Körper von materieller Beschaffenheit seien im Stande die Electricität durch Berührung hervorzubringen, und die Stärke der Erregung

hänge ab von der Natur und Beschaffenheit der sich berührenden Körper“ *).

Das Festhalten dieser Ansicht führte ihn zu den glänzendsten Entdeckungen. Als nun Galvani durch unzählige Versuche den Ausspruch Volta's bewährt fand, so suchte er, wenn auch nicht den Ansichten Volta's ganz gleich zu kommen, doch sich ihnen zu nähern. Hierbei sind zwei Männer, Namens Alexander Humboldt und Ritter als Antagonisten Volta's besonders zu bemerken; weil in ihren Ansichten der Grund zu einem endlosen Hader lag; der Grund auf welchem, die chemische Theorie im Gegensatze zu der Contact-Theorie steht. Ersterer gab die Ansicht nicht auf, dass bei dem galvanischen Prozesse chemische Verbindungen stattfänden; er hat die Theorie durchgeführt, dass das ganze Leben ein rein chemisch-galvanischer Prozess sei, und hat für diese Ansicht eine Menge Experimente angestellt, und kam endlich zu dem Schlusse, dass die galvanische und die gemeine Reibelectricität von einander ganz verschiedener Natur seien.

Ritter's Leistungen waren dagegen die einzigen, die den Entwicklungsgang der Electricität mit Glück und Rührigkeit förderten; er war es, durch den der Galvanismus seine chemische Bedeutung erhielt; er war es, der den Galvanismus auf sein eigenes Gebiet zur unorganischen Welt zurückführte; er war es, der aus seinen Versuchen über die grösseren oder kleineren Wirkungen der Metalle gefunden hat, dass Volta's Ansicht richtig sei, und stellte die Hypothese auf: „Galvanismus sei eine abweichende Form des Oxidationsprozesses.“

Einen genügenden Beweis von dem Forschungsgeiste Volta's dieses tief denkenden Mannes, geben uns seine Versuche, die unter dem Namen „Volta's Fundamentalversuche“ hinlänglich bekannt sind, und ihren Namen daher ableiten, weil es seine ersten Versuche waren, die uns diesen schönen Zweig der Wissenschaften eröffneten, und gleichsam die Grundlage unserer heutigen Telegrafie bilden. Diese Versuche über Spannung und Strömung der Electricität stellte er im Jahre 1800 den 21. November an, und theilte sie dem Institute zu Paris mit, und sie fielen zur beiderseitigen Zufriedenheit aus. Er bewies, dass die galvanischen Erscheinungen reine Wirkungen der Electricität seien. Seine Folgerung ist daher auch ganz richtig: „Dass zwei heterogene Körper zu welchen sich zwei Metalle am besten eignen, unter Berührung electrisch erregt werden.“ Man nennt diese an der Berührungsstelle

*) Die nun hieher gehörigen Messwerkzeuge als: Andrian's und Oerstedt's Electroscope, Volta's Strohalm-Electromotor, Condensatoren, Duplicatoren, um natürliche und künstliche Electricität zu bemessen, gehören der statistischen Electricität an, und kommen hier in diesem Werke als ein zur Hauptsache nicht gehöriger Artikel auch nicht in Entwicklung.

auf tretende Kraft, die electromotorische Kraft. Sie trennt die im natürlichen Zustande sich befindenden Electricitäten in die + und — Electricität. Beide Electricitäten haben das Bestreben sich zu vereinigen; sie befinden sich in einer Art Spannung, die man auch den Zwangs-Zustand nennt, in welchen sie durch den Act der Berührung versetzt worden sind, und den sie los zu werden suchen. Es entsteht daher durch die an der Berührungsstelle wirkende Kraft ein zweifaches Phänomen; 1. das der Spannung, und 2. das der Ausgleichung, d. h. wenn den, in Spannung sich befindlichen beiden Electricitäten der Weg zur Ausgleichung durch einen Leiter geboten wird. Es folgt sogleich die Entladung, d. h. die Vereinigung der beiden Electricitäten durch den feuchten Leiter. Die Körper würden wieder unelectrisch werden, wenn nicht in demselben Augenblicke die electromotorische Kraft wieder neue Spannung hervorrufen, und daher durch den feuchten Leiter wieder neue momentane Ausgleichung erfolgen würde. Diesen Act der Ausgleichung durch einen feuchten Leiter hindurch, nennt man Strom, d. i. einen dynamischen continuirlichen Vorgang, dessen Bewegung gleichmässig erfolgt. Da nun Spannung und Strömung hinlänglich erklärt ist, so müssen auch die Wirkungen näher erörtert werden, welche diese zwei Phänomene auf die Electromotoren*) hervorzubringen im Stande sind. Man nennt die Erscheinung des electrischen Erregtseins zweier Körper in Folge vorausgegangener Berührung Galvani zu Ehren, auch Galvanismus; überhaupt bezieht sich das Wort Galvanismus auf die Ursache der Electricitäts-Erzeugung auf die Berührung selbst.

Hier sind wieder drei Männer in Betreff ihrer Ansichten sehr merkwürdig. Der erste war Baroz im Jahre 1805; er sprach zuerst gegen Volta's Fundamental-Versuche und sagt: „eine Reibung der beiden Metalle sei der Beweggrund der Electricität oder des Galvanismus.“

Pfaff aber wies nach, dass dies auch ohne Reibung geschehen könne.

De la Rive sagt wieder: „Die Volta'schen Fundamentalversuche gelängen so selten und hingen von so vielen Umständen ab, dass es schwer sei ein Lehrgebäude darauf zu stützen;“ er sagte ferner: „Feuchtigkeit der atmosphärischen Luft und der Einfluss der Metalle gegen einander, leiten den chemischen Prozess ein.“ Wir wollen daher im nächsten Kapitel die Grundpfeiler, nämlich die vier Hauptpunkte der Contact-Theorie, die aus den Volta'schen Fundamentalgesetzen hervorgehen, näher kennen lernen.

*) Ein Electromotor ist jeder Körper der mittelst Contact electrisch erregt werden kann; dahin gehören vorzüglich alle Metalle.

Dritter Abschnitt.

Leiter. Leiterreihen. Spannung. Spannungsreihen.

Nicht jedes Metall besitzt gleiche Leitungsgüte. Man versteht unter Leitungsgüte diejenige Fähigkeit des Metalls oder auch jedes Körpers, mit welchem es die ihm dargebotene Elektrizität zu einem andern Metall oder Körper überträgt. Man unterscheidet gute und schlechte Leiter. Nichtleiter gibt es, im strengsten Sinne des Wortes genommen, gar nicht. Einen guten Leiter nennt man denjenigen Körper, welcher die ihm dargebotene Elektrizität leicht aufnimmt, sie über seine ganze Oberfläche momentan verbreitet, und sie eben so leicht an einen andern Körper wieder abgibt. In diese Leiterreihe gehören: alle Metalle, Kohle, Flamme, der menschliche und thierische Leib und die feuchte Erde.

Ein schlechter Leiter der auch Isolator genannt wird, nimmt die ihm dargebotene Elektrizität sehr schlecht auf, und gibt dieselbe nur an der Berührungs - Stelle ab. In diese Reihe gehört: Elfenbein, Wachs, Seide, Porzellan, alle Arten Steine, Glas und besonders durch die vielen Versuche Faradai's bewährt, die G u t a - P e r c h a. *)

Ist ein guter Leiter nun von solchen schlechten Leitern so umgeben, dass er verhindert ist, seine ihm beigebrachte Elektrizität abzugeben, so sagt man der Körper sei isolirt. Man hat bei der Isolirung gut aufzumerken; denn jeder Körper ist an und für sich entweder ein besserer oder auch schlechterer Leiter, und ich muss den Satz wiederholen, dass es Nichtleiter durchaus gar nicht gebe.

Die Leitungsgüte ist aber auch von grösster Wichtigkeit und zugleich doch sehr schwer ein allgemeines Gesetz darüber aufzustellen. Das Leitungsvermögen oder die Leitungsgüte eines Körpers wird bedungen von dessen Gestalt, Länge, Oberfläche, Glätte, Temperatur, Trockenheit, dem Molecularzustand und der Intensität des galvanischen Stromes.

Es gibt Körper, die zugleich Leiter und Isolator sind. Z. B. Wasser ist Leiter, als Eis der beste Isolator, als Dampf wieder Leiter u. dgl. m. Proben über die Leitungsgüte kann man ebenfalls durch das Electroscop in Ermangelung eines andern Messinstrumentes machen.

Es besteht darüber folgendes Gesetz:

1. Ist die Leitungsgüte der Masse proportional.
2. Es obwaltet ein gewisses Verhalten. Je intensiver die Kraft, desto leichter vermag der Strom

*) Die Beschreibung dieses Stoffes füllt ein eigenes Kapitel aus.

durchzudringen; es steht daher die Intensität mit der Leitungsgüte im geraden Verhältnisse.

3. Jede Flüssigkeit, sei sie auch die beste, ist ungleich schlechterer Leitung fähig, als das mindeste Metall.

4. Temperaturs-Zunahme erhöht die Leitkraft der Flüssigkeit, stellt aber dafür die der Metalle herab, steht also im geraden Verhältnisse zur Flüssigkeit, und im umgekehrten zu den Metallen.

Vom Molecular-Zustande aus betrachtet, kann ein Körper kleiner, grösser, härter oder weicher sein; je nachdem ist auch seine Leitkraft und dessen Dauer. Man hat versucht dergleichen Zustände in einen allgemeinen Gesichtspunkt zu gruppieren, und ein System anzugeben, und sogenannte Leiterreihen aufzustellen. Professor E r m a n n aus Berlin beobachtete im Jahre 1805 eine auffallende Erscheinung; nämlich die Polarität der Körper. Er sagt: „gewisse Körper haben die Empfänglichkeit die Electricität nur zu einem Pole zuleiten, während dem sie den andern Pol isoliren.“ Man theilte daher solche Leiter in eigene Reihen, und zwar in $+$ und in $-$. $+$ Leiter sind, die Flamme des Alkoholzes (Weinstein), Kohle, Grafit. $-$ Leiter sind, Phosphorflamme, trockene Seife, Bleiweiss u. dgl. m. E r m a n n untersuchte diese Körper mittelst Electroscop, und fand einpolarige und zweipolarige Leiter. O h m hatte die eigene Ansicht über diese Erscheinung und sagt: „Der Grund liege darin, dass bei dem chemischen Prozesse der Säule, Ausscheidungen stattfinden. Man war daher bemüht, unipolarige zu zweipolarigen Körpern zu gestalten. Wir wollen uns aber bloss an die Hauptsache halten, und jede Weitläufigkeit strenge vermeiden.“

Nimmt man einen Körper, mag er einfach oder chemisch verbunden sein, so zeigt sich, dass man denselben nicht nur chemisch einfache, als auch chemisch zusammengesetzte Körper anreihen könne, und dass der erste von den berührten Körpern $+$ und der andere $-$ werde, nicht nur an den beiden äussern Gruppen, sondern auch zwischen den Mittelgruppen. Das Erste bis zur Mitte wird immer $+$, während das andere Glied bis zum Ende immer $-$ wird. Dieses heisst man eine electriche Spannungsreihe. Körper, die sich in diese Spannungsreihe einschalten lassen, heissen Leiter der ersten Klasse; während dem andere Körper, besonders die Flüssigkeiten, welche sich dem Gesetze der Spannung nicht fügen, Leiter der zweiten Klasse genannt werden.

Folgende Metalle eignen sich zur Spannungsreihe ganz besonders und sind in der Figur 1 deutlich zu ersehen, als: Zink, Blei, Zinn, Eisen, Kupfer, Silber, Gold, Platin und Kohle. Die Metalle so wie die Kohle sind sehr gute Electromotoren; jedoch

entwickelt nicht jedes Metall in Berührung mit einem andern, den nämlichen Grad der Spannung. Das Zink z. B. mit dem Platin in Berührung gebracht, wird viel stärker electrisch als mit Kupfer. Das Kupfer hingegen wird in Berührung mit Platin + electrisch während es in Berührung mit Zink — electrisch wird. Daher ist in dieser Zeichnung die Reihe der Körper derart geordnet, dass jeder derselben von oben herab, wenn er in Berührung mit einem später folgenden gebracht wird, also der frühere immer + und der spätere immer — electrisch erregt wird. Wenn nun z. B. Zink das Kupfer berrührt, so sammelt sich bei Zink + *E*. und bei Kupfer die — *E*. beider Metalle.

Es sind daher eigene Gesetze über eine solche Spannungsreihe aufgestellt worden. Es sind deren 6 wie folgt:

1. In jeder Spannungsreihe verändert sich nur der Grad der Intensität und nie die Art der Polarität.

2. Die electromotorische Kraft und die electrische Spannungsdifferenz*) stehen zu einander im geraden Verhältnisse.

3. Die electrische Spannungsdifferenz ist für jeden möglichen Fall der Ladung**) immer eine constante Grösse.

4. Die electrische Spannungsdifferenz zweier beliebigen Glieder ist gleich der Summe der electrischen Spannungsdifferenz der Zwischenglieder.

5. Die Electromotion wirkt nicht nur momentan, sondern zugleich auch continuirlich.

6. Je inniger die Berührung der Metalle, desto grösser ist ihr Erregtsein.

Nachdem nun die Hauptstütze der Contacttheorie Volta's erklärt ist, so müssen wir, ehe wir den Gesichtsgang der Telegrafie weiter verfolgen, nach die Seele dieser Erscheinungen, die sogenannte Säule oder Kette und deren Wirkungen kennen lernen, um den praktischen Theil der galvanischen Telegrafie, auf den ich besonders in diesem Werke mein Augenmerk gerichtet habe, auch vollkommen zu begreifen.

*) Electrische Spannungsdifferenz ist der Unterschied der an den beiden sich berührenden Metallen auftretenden entgegengesetzten Electricität.

**) Es bleibt sich gleich, ob ein Metall isolirt, oder ob es mit der Erde oder einem andern Körper in leitender Verbindung ist. Im ersten Falle sind die beiden Electricitäten an einander gebunden; im zweiten Falle strömt von dem andern Körper oder der Erde so viel entgegengesetzte Electricität zu, als von dem Metalle abströmt, daher die Spannungsdifferenz sich immer zu ganz gleich bleibt.

Vierter Abschnitt.

Die Säule, ihr Entstehen und ihre Wirkungen.

Es entstand der allgemeine Wunsch, diese Kraft, die man durch den Galvanismus da kennen lernte, auch potenziren zu können. Der erste war wieder Volta, der dieses Studium ausführte. Er lebte damals zu Como im Jahre 1800 ganz von seinen Geschäften zurückgezogen, sich bloss auf die Wissenschaft verlegend, besonders aber auf Messung und Spannung der Electricität. Hier war es, wo er einen Apparat construirte, der zwar ein stummer, aber eben so gewisserer Zeuge war, die Macht der Natur zu bewältigen, und dieser Apparat war die Volta'sche Säule auch Kette genannt. Er reihte 2 — 4 — 6 Plattenpaare an einander und erhielt natürlicherweise auch 2 — 4 — 6fache electrische Spannung. Er gab ferner zwischen die Glieder (Platten) intermediäre Zwischenglieder, welche die Spannung erhielten, und kam so auf diesem Inductionswege zur Form seiner Säule. Er nahm später Silber- und Kupfermünzen, legte zwischen diese beiden zuerst in Salz- oder Alkalilösung getränkte Filz- oder Pappscheiben. Dieses erlitt aber später eine Modification. Er griff daher zum Becherapparat, und bediente sich als Leiter bloss einer Salzlösung, und gab ihm den Namen „electromotorischer Apparat.“ Wir kommen nun auf die Construction, die Theorie und die Erscheinungen einer Säule zu sprechen. Man unterscheidet hierbei zweierlei Arten; die einfache und die zusammengesetzte Säule oder Kette.

Eine einfache Kette ist die Zusammenstellung zweier heterogener Metalle mit einer oder auch zweien Substanzen, von welcher wenigstens das eine Metall chemisch afficirt ist. Dieses heisst man auch ein Element. Werden nun mehrere solche Elemente in einen Apparat combinirt, so ist diess eine zusammengesetzte Kette oder auch galvanische Batterie. Jede Batterie hat zwei Endplatten, die man auch Pole nennt.

Erklärung der offenen, geschlossenen Kette, und des Schliessungsbogens.

Offen ist die Kette, wenn die zwei Metalle in einfacher, d. i. nicht in unmittelbarer continuirlicher Verbindung mit einander stehen. Wirkt man aber durch Berührung dahin, dass die einfache oder zusammengesetzte Kette eine vollkommene continuirliche Strömung bietet, so ist die Kette geschlossen. Diess geschieht, wenn man an die zwei Pole der Metalle einen Leitdraht befestigt, welcher Schlussdraht, Stromleiter auch Polardraht genannt wird. Bei der ersten Entstehung der Säule gebrauchte Volta Gold- und Silbermünzen sammt dem Gepräge, als die beiden Electromotoren; später stellte es sich aber heraus, dass

dieselben ohne Gepräge, also mit einer glatten Oberfläche grössere Wirkungen hervorbrachten. Jedoch war hierbei nicht viel gewonnen; denn die Kosten dieser Electromotoren waren zu gross, und ihre Kraft dennoch zu unbedeutend, um grossartige Erscheinungen damit hervorzurufen. Erst als man die Kosten der Säule um den $\frac{1}{100}$ Theil herabzustellen vermochte, gewann diese Erfindung fürs Leben grösseren Vorthail. Man baute zweierlei Arten von Säulen, stehende und auch liegende, und nahm statt Gold und Silber, Kupfer und Zink als Electromotoren. Jedoch stellten sich noch bedeutende Schwierigkeiten in den Weg. Die erste Unannehmlichkeit war die, dass die Flüssigkeit in Folge ihrer eigenen Schwere, und des von oben ausübenden Druckes der oberen Platten herabsank, und daher die Wirkung der Säule mit der Zeit auf Null reduzirte. Man baute die Säule auf folgende Art, wie sie (Fig. 2) abgebildet ist. Man nahm ein Gestell von Holz, auf welchem drei Glasstäbe aufgerichtet waren, welche zweierlei Zweck hatten: 1. die Platten wo möglich zu isoliren, und 2. der Säule mehr Standfestigkeit zu geben. Oben war ein isolirender Deckel angebracht, durch welchen sich mittelst des Herabdrückens der am Gestelle befindlichen Schraube *a* die Platten an einander pressen liessen.

Ritter bog an ihren Enden die Platten auf und Graf von Schönbein löthete eine Kupfer- und eine Zinkplatte auf einander und bildete Plattenpaare, wovon Kupfer $1\frac{1}{2}$ m. m. und Zink 4 m. m. dick war. Man trug das Loth auf die eine Platte auf, hielt sie über Kohlenfener bis das Loth schmolz, gab Acht, dass es sich über die ganze Oberfläche der Platte gleichmässig verbreitete, und brachte dann die andere Platte darauf. Es sind zweierlei Formen in Anwendung; entweder viereckige oder kreisrunde Platten bei 152 bis 156 m. m. Durchmesser. Nahm dann als flüssigen Leiter oder Träger mit Säure getränkte Filz-, Tuch- oder poröse Pappscheiben, welche die Säure leicht durchdringen liessen, sie aber dann festhielten und etwas kleiner waren als die Platten selbst, und legte selbe in folgender Ordnung von unten hinauf, wie folgt und wie Fig. 2 anzeigt: *K. Z. L. + K. Z. L. + K. Z.* und so fort, dass oben Zink den Schluss, und unten das Kupfer den Anfang machte. Man presste die untern Pappscheiben mehr aus als die obern, weil unten auch der Druck grösser ist; und baute die Säule im isolirten Zustande auf, d. h. man gab nämlich auf die hölzerne Gestellplatte *A* zuerst ehe man das Kupfer aufsetzte einen Isolator, z. B. ein Glas von ungefähr 1, 3 Centimeter Höhe. Man brauchte zum Aufbaue zwei Personen; nämlich: der Erste reichte mit trockenen Händen die Platten und Scheiben zu, und der Zweite drückte die Scheiben aus, und legte sie gleich auf die Platten, auch so wie oben angezeigt wurde. Auch die Reinigung derselben als von grösster Wichtigkeit, muss näher erörtert werden. Man zerstört also den ganzen Aufbau, entfernt

die einzelnen Leiter, und gibt die Träger ins Wasser. Man schlägt sich dann auf einer ganz ebenen Fläche drei Stifte, und zwar so ein, dass man die Platten zwischen sie hinein legen kann, und daher fest schliessen. Jedoch hat man zu beobachten, dass die Stifte nicht über die Platte hinausragen. Man putzt und bürstet dieselben so lange, bis sie ganz rein sind, welches man mit feinem Sand oder Bimssteinpulver bewerkstelligen kann. Man fängt zum Abtrocknen der Platten an, wenn alle schon geputzt sind; dabei ist wieder zu beachten, dass die obern Platten ihre Feuchtigkeit immer länger behalten als die untern, und dass man daher bei diesen eine bessere Trocknung zu pflegen habe. Man legt dann gleich und gleiche Platten auf einander, als *K.* auf *K.* und *Z.* auf *Z.*, weil dieselben sonst gern oxydiren. Mit der Zeit beschränkte man die Plattenpaare immer mehr, und nahm, nur 50 zu einer Säule. Man machte auch später den Versuch, mehrere kleine Säulen aufzubauen, und dieselben dann unter einander durch Metalldrähte zu verbinden.

Bei allen Säulen werden entweder Lösungen von Salzen, Alkalien oder Säuren angewendet. Von den Salzen sind Salmiak und Kochsalz in Anwendung. Die Auflösung hängt von der Temperatur, Massa, und von der einleitenden Bewegung ab. Man muss so viel als es sein kann, jede Unreinigkeit chemischer oder mechanischer Substanz beseitigen. Man löst die Salze im reinen Wasser auf bei etwas erwärmter Temperatur, und rührt manchmal mit einem Glasstabe um, um die Auflösung schneller zu befördern. Im Sommer kann man Regen- und im Winter Schneewasser nehmen. Das beste Gefäss dazu ist eine gläserne Flasche, Was die Säuren betrifft, so werden dieselben nie im concentrirten Zustande angewandt. Bei der Schwefelsäure gibt man 20 — 24 Mal so viel Wasser, als Säure dazu, also: 1 Theil S^0_3 + 20 oder 24 $H+O$. Bei Salzlösung probirt man dieselben nach dem Geschmacke oder 1 Mass Wasser = $\frac{1}{2}$ $\varnothing$. Kochsalz. Hat man eine Kupferlösung, so beurtheilt man nach der Farbe; sie muss schön dunkelblau sein; das grüne Kupfervitriol ist wegen seiner Unreinigkeit nicht als Lösung zu gebrauchen. Der Strom vom grünen Vitriol ist Anfangs schon viel schwächer, und hört nach einem Tage gänzlich auf.

Die Erfahrung lehrt wie ich schon einmal bemerkt habe, dass das electrische Erregtsein eines Metalles um so stärker ist, je inniger sich die Leiter mit den Metallen berühren. Ich finde aber hier nothwendig zwei Fälle zu erklären; im ersten Falle wo Kupfer — und im zweiten Falle wo Kupfer + ist; ich sende daher folgende vier Schemata voraus, um die Sache recht deutlich und fasslich zu machen.

In dem Schema *A* (Fig. 3) finden wir unten bei *a* zwei Platten, nämlich *K* und *Z* ausser dem feuchten Leiter *L*. Eben so sehen wir bei *b* ebenfalls zwei Platten *K* und *Z* ausser dem

Leiter *L*. Es bildet sich daher bei *a* ein Kupfer- und bei *b* ein Zinkpol, ausser der Wirkung des feuchten Leiters. Diess ist bei dem umgekehrten Schema *B* wieder derselbe Fall, nur mit dem Unterschiede, dass hier bei *c* ein Zink- und bei *d* ein Kupferpol sich ausser Wirkung befindet. Kommen wir nun auf den obigen Satz zurück, so sieht man, dass die beiden Pole als unnütz ganz weggelassen werden können, ohne dass dadurch die Wirkung der Säule verändert wird. Es gestalten sich sonach aus den zwei ersten Schematen die (Fig. 4) unter *C* und *D* verzeichneten, und wir haben es immer nur mit einem Kupfer- und einem Zinkpole zu thun. Sagen wir nun, um mit den Dualisten zu sprechen, es seien so wie in den zwei Schematen *A* und *B* ersichtlich ist, die beiden Pole bezeichnet mit — Kupfer und mit + Zink. Kehrt man nun die Säule um, so ergibt sich dasselbe Resultat. Anstatt dass wie früher + oben und — unten ist, so ist diess jetzt umgekehrt und + unten und — oben. Wenn nun irgend eine Säule dem ersten Schema *A* und *B* entspricht, so ist immer dort wo Zink ist + *E* und bei Kupfer — *El.*, gleichviel ob Kupfer oben und Zink unten, oder Zink oben, und Kupfer unten sich befindet. Gehen wir aber von einem anderen Grundsatz aus, und nehmen uns einen gewissen Standpunkt an, wo sich + und — *El.* befinden solle, und wählen z. B. im zweiten Schema *C* die obere Platte *f* als den + Pol, obwohl hier ein Kupferende ist, so wird natürlich auf der untern Seite bei *e* ein — Pol entstehen, obwohl dort ein Zinkende ist. Kehren wir *C* in das andere Schematen *D* um, so ergibt sich das nämliche, nur mit dem Unterschiede, dass der + Pol unten und der — Pol oben sich befindet, obgleich bei *h* ein Zinkende ist. Gehen wir nun zur Erklärung dieses interessanten Falles, warum nämlich in den ersten zwei Schema *A* und *B* bei Kupfer — und bei Zink + *Elek.* sich befinde, während dem beim zweiten Schema *C* und *D*, bei Kupfer + und bei Zink — *Elek.* ist. Wir wissen aus den Gesetzen einer Spannungsreihe, dass sobald sich Zink mit Kupfer berührt, ersteres + und das letztere — wird, diess ist der Fall bei *A* eben so bei *B*. Lässt man aber die vier Platten *a, b, c, d*, als ausser der Berührung des feuchten Leiters und daher als unnütze Platten weg, so ergibt sich daraus Schema *C* und *D*. Es kann hier bei *C* die Zinkpole *e* und die Kupferpole *f* mit voller Kraft auftreten, es wird daher die + *Elek.* der Zinkpol *e*; zum Leiter 1 von da zu *K2, Z3, L4* und Kopf *f* übergehen und sich dort anhäufen, während dem die Kupfer oder — *Elek.* von *f* nach *L4, Z3, K2, L1* nach Zink *e* hinübergeht und sich dort anhäuft. Aus dieser Lehre geht hervor, dass die + *Elek.* des Zinkes *e* in *C* bis zur letzten des Kupfers *f* hinübergeht, daher hier in diesem Falle Kupfer *f* statt — jetzt + wird; eben so geht die — *Elek.* des Kupfers *f* bis zur letzten des Zinkes *e* und es wird Zink statt wie früher + jetzt —. Derselbe Fall gilt bei Schema *D*, nur

dass hier Kupfer unten und Zink oben ist, welches ein und dasselbe bleibt.

Früher baute man colossalere Apparate von besonderen Dimensionen, so z. B. hat Graf Glenau Anno 1802 einen Säulenapparat von 500 Plattenpaaren gebaut, und nannte ihn griechischen Tempel, den Ort der Batterie aber den Altar. Der Herzog von Gotha mit 600 Platten, Ritter einen mit 2000, Bunzen einen mit 1050 Zinkplatten, und Czachen einen im Umfange von 18 Meter von Zink und Kupfer. Nun kam man auf den Gedanken, so wie grosse Apparate auch kleinere zu construiren, und mehrere solche kleine Apparate mit einander zu verbinden. Man brachte an die Endplatten Oehren an, und verband dann dieselben mittelst des Polar- oder Schliessungsdrahtes an ihren beiden Polen. Doch führte diess den Uebelstand herbei, dass die Drähte durch das Befestigen sich abnützten, brachen, und bei kleineren Apparaten auch das Umfallen derselben nach sich zogen. Man brachte daher noch zwei Arten in Antrag: Quecksilbernäpfchen und Helmschrauben. Die ersteren werden aber nun dann in Anwendung gebracht, wo es sich um das momentane Wechseln der Pole handelt. Sonst sind gewöhnlich Klemenschrauben im Gebrauche, diese müssen aber einen sehr soliden Gang haben, und daher sehr gleichmässig gearbeitet sein, und einen reinen metallischen Contact haben, desshalb auch die Drähte vor dem Einklemmen derselben gut abgefeilt werden müssen. In neuerer Zeit wendet man auch Federn an, um die Verbindung der Pole mit dem Schliessungsdraht herzustellen. Nachdem dies nun genügsam erörtert ist, wollen wir die Wirkungen einer Kette näher erörtern.

Von den Wirkungen der Kette. Wir unterscheiden an jeder Kette sei sie einfach oder zusammengesetzt, dreierlei Wirkungen.

1. Physiologische, 2. chemische, und 3. physikalische oder magnetische Wirkungen.

I. Physiologische Wirkungen.

Schliesst man eine Kette, so empfindet man bei feuchter Epidermis, und einer gewissen Anzahl Platten einen Schlag, welcher der Schliessungsschlag, und beim Oeffnen der Kette ebenfalls einen, aber etwas schwächeren Schlag, den man Trennungsschlag nennt. Je stärker die Epidermis, desto grösser ist die Affizion. Man hat eigene Instrumente erfunden, um den electrischen Strom durch den menschlichen Körper zu leiten, davon sind besonders das Blitzrad von Neff und der Disjuncter von Wagner, welcher aber eigentlich auf dem Principe des Electromagnetismus, den wir später kennen lernen wollen, beruht, zu bemerken. Das erstere ist eine kupferne mit vielen Bohrungen versehene Scheibe, die mittelst eines Ständers eine kupferne Feder

trägt, die beim Drehen der Scheibe immer in die Bohrungen abwechselnd hineinfällt, und augenblicklich wieder herausgehoben wird. Bei jedesmaliger Stromunterbrechung gibt dasselbe eine kleine Erschütterung, verbunden mit einem kleinen blauen Flämmchen von sich. Uebrigens ist in jedem Lehrbuche der Physik dieses Blitzrad deutlich beschrieben. Aber nicht nur an lebenden Wesen, auch an todtten Organismen hat man die galvanische Kraft versucht. Man hat Scheintodte und Ohnmächtige durch Stromerregung wieder ins Leben gerufen. Auch hat man in Paris 1803 an rasch getödteten Opfern Versuche angestellt, und allerlei Resultate erlangt. Z. B. hat man an den Cadavern der schnell Hingerichteten ein Arbeiten der Lunge, ein Zusammenziehen der Mienen, auch sogar ein Oeffnen der Augen bewirkt; wichtig sind die Versuche aus dem Thierreiche. Es gibt kein Thier auf der Erde, welches man nicht der Stromwirkung ausgesetzt hätte, und hat dabei besonders an den Würmern eine erstaunliche Empfindlichkeit für den Electromagnetismus bemerkt. Besonders an Blutegeln, welche sich schmerzhaft krümmen. Diess ist ein Beweis, wie fein der Organismus der Thiere gegen den des Menschen ist. Man hat versucht, sogar die Tödtung an Thieren durch galvanische Kraft zu bewerkstelligen, hat es aber nur bis auf kleinere Vögel damit bringen können. Callan hat jedoch mit seiner Zinkeisenkette von 120 Elementen grössere Hühner und auch junge Hunde getödtet. Man hat aber auch diese Versuche auf die Pflanzenwelt ausgedehnt. Humboldt will an Blumen eine Bewegung durch die Stromkraft hervorgebracht haben, aber Schleiden hat bewiesen, dass wenn man diese Versuche anwenden will, um mehr oder geschwinderes Vervollkommen an den Blumen oder Pflanzen zu erzielen, man denselben nur schadet.

II. Chemische Wirkungen.

Was diese anbelangt, sind diejenigen, die im Jahre 1800 im Monat April die beiden Engländer Carlisle und Nicolson zufällig bemerkt hatten, von besonderem Interesse. Als sie nämlich die zwei Polplatten einer Säule mit Wasser benetzt hatten, um die Berührung inniger zu machen, so sahen sie, dass aus demselben Gas aufsteige. Sie nahmen eine Glasröhre, die sie mit Kork schlossen, und durch denselben zwei Wechsellrähte zogen, die sich mit dem Polardraht verbanden. Erstens sahen sie hier die zersetzende Kraft des galvanischen Stromes, und zweitens, dass das Wasser so wie man bisher geglaubt, kein chemisch-einfacher Körper sei, sondern aus Wasser (*H*) und Sauerstoff (*O*) bestehe. Jedoch zersetzt sich das Salzwasser leichter als das reine Wasser. Unter den Entdeckungen Faradai's sind die wichtigsten, die er in Bezug auf den electrischen Strom und dessen Zersetzung auf allerlei Stoffe machte. Er theilte diese Stoffe in zweierlei Gattungen, in Stoffe, die einer Zersetzung fähig sind, und in

Stoffe, die keine Zersetzung erleiden. Die Stoffe ersterer Art nannte er Electrolyten (zersetzungsfähige Stoffe), den Act selbst nannte er die Electrolysirung, auch Electrolyse von Electron und Lyon; die Stelle wo am Electrolit aus- und eintritt, Electroden. Dabei unterschied er wieder zwei Stellen, die Stelle wo der Strom eintritt, nannte er die + Electrode oder Anode, und die Stelle wo der Strom austritt, nannte er die — Electrode oder Catode; (von *ανα* und *τοδος*, und *κατα* und *τοδος*) die dadurch zerfallten Bestandtheile hiess er Jonnen; daher die Namen Anion und Cationen. Aber nicht bloss directe oder sogenannte primäre Zersetzungen, sondern auch indirecte oder secundäre finden statt. Faradai nahm unter die erste Classe der Primären solche, die durch die unmittelbare Einwirkung eines galvanischen Stromes hervorgebracht werden. Unter die zweite Classe der Secundären solche, die erst durch die Bestandtheile der vom Strome zersetzten Säure oder Basis in ihre Naturbestandtheile zersetzt werden. Bei vielen Stoffen gelingt die Electrolyse nur in Folge solcher secundären Wirkungen. Sagen wir z. B. die Anode sei gleich der + und die Katode gleich der — Electrode, so wird, wenn Wasser sich zersetzt, und zwar in seine zwei Naturbestandtheile, Sauerstoff und Wasserstoff, immer bei der Anode der Sauerstoff, und bei der Katode der Wasserstoff ansetzen, und zwar bei dem letzteren doppelt so viel Wasserstoff, als bei dem ersteren Sauerstoff, denn die beiden Gasarten zeigen sich hier so, wie sie im Wasser enthalten sind, nämlich 1 Volum *O* und 2 Volum *H*. — Hierüber folgendes Schema:

Nr.	Stoffe	zersetzt an der	Anode +	und an der	Catode —
I	Wasser.....	—	1. <i>O</i> .	—	2 <i>H</i>
II	O. d. Wasser..	—	<i>O</i>	—*)	Radicale
III	Kupfer-Oxyd...	—	$S^0_3 + H.O$	—	Kupfer
IV	Chlorwasst.-Säure	—	Chlor	—	<i>H. O</i> .
V	Salpeter-Säure .	—	N^0_5	—	<i>H. O</i> .

Man hat aber auch versucht, Sauerstoff und Wasserstoff wieder zu vereinigen. Nicht allein Wasser ist der Zersetzung fähig, sondern auch die meisten chemisch zusammengesetzten Körper, z. B. alle Säuren und so fort.

Besteht die Anode aus einem leicht oxydirenden Metalle, so geht der Oxydationsprozess sogleich von statten; es stellen sich Färbungsgrade ein ohne Blasen, und es bilden sich die sog-

*) Radicale ist derjenige Stoff, der sich mit dem Sauerstoff chemisch verbindet

nannten Wasserbäume, auf welche Grunner zuerst aufmerksam machte und auf diese schöne, interessante Erscheinung hinwies. Nehmen wir z. B. den Sauerstoff des Wassers, so setzt sich derselbe an die Anode, und die Radicale an die Catode. (Siehe Nr. 2 im Schema auf der vorhergehenden Seite.)

Aber es gibt auch Ausnahmen von dieser Regel, und diese gehören zu den secundären Wirkungen. Z. B. Kupferoxyd, das wie bekannt aus S^0_3 und $H. O$ besteht. Die S^0_3 geht an die Anode, und an die Catode geht nichts als blankes Kupfer; diess lagert sich dann in verschiedenen Formen so, dass die geringste Vertiefung durch die kleinen Kupfertheilchen ausgefüllt wird. (Siehe Nr. 3 im Schema.) — Um dieses für Abdrücke an Modellen oder Münzen zu benützen, hat man einen Apparat eigner Art construirt. Ein Gefäss gefüllt mit Kupfervitriol-Lösung, trägt einen Ständer und einen Draht, in welchem die Form aufgelegt wird. In das zweite Gefäss ebenfalls von Glas, das einen abgebrochenen Boden hat, der aber durch eine Membrane ersetzt wird, und daher von der Kupfervitriol-Lösung getrennt ist, kommt stark verdünnte S^0_3 in welcher auf einem Draht ein Stück Zink liegt; das Zink muss natürlich amalgamirt sein. *) Dieses zweite Gefäss wird aufgesetzt in das erste. Man erhält hier, wenn man nach mehreren Stunden den Kupferüberzug von der Zinkplatte abnimmt, die ganzen Eindrücke, welche sich in der Platte befinden. Bei Säuren tritt aber eine andere Ausscheidung ein; z. B. Chlorwasserstoffsäure setzt an der Anode Chlor ab, und an der Catode den $H. O$. (Siehe im Schema die Nr. 4.) — Eben so setzt die S^0_5 an der Anode N^0_5 ab, und an der Catode $H. O$. — (Siehe Nr. 5 im Schema.)

Wir wollen noch eine Erklärung der Wasserzersetzung vom Physiker Grotthuss geben. Denken wir uns eine Gruppe von Wassermoleculen in zwei Theile getheilt, so wird wie immer, wenn ungleichartige Atome sich neben einander befinden, jedes derselben im entgegengesetzten electrischen Spannungszustande sein; wenn nun wie in der Fig. 5 immer ein Atom Sauerstoff neben ein Atom Wasserstoff gelagert wird, und nach den Spannungsgesetzen Sauerstoff im Contact mit Wasserstoff —; aber letzterer + wird, so muss im Wasser, das wie bekannt aus O und H besteht, wenn es zwischen eine Voltaische Kette gebracht wird, z. B. in einen Zersetzungsapparat zwischen den als + und — Electrode dienenden Platinpol, so werden die Wasseratome von diesem Platin angezogen, und sich zufolge dieser und ihrer eigenen Anziehung und vermöge der den Flüssigkeitstheilchen eigenen grossen Beweglichkeit so ordnen, dass alle O Atome gegen die + und alle H Atome gegen die — Electrode oder Polplatte gerichtet sind. An der Electrode ist immer freie Electricität im Spannungszustande vor-

*) Ueber Amalgamation handelt ein eigenes Kapitel.

handen *), und dem zufolge wirken sie anziehend auf einander, und auf die mit ihr entgegengesetzten Elemente des Wassers. Ueberwiegt nun diese Anziehung jene der Atome unter einander, so entreisst je ein kleinstes Theilchen der + Platte *A* dem angränzenden Wasserstoffatome $\frac{H}{1}$ das mit ihm verbundene Sauerstoffatom $\frac{O}{1}$. Ersteres $\frac{H}{1}$ verbindet sich dafür mit dem Sauerstoffatom $\frac{O}{2}$ des folgenden Wassertheilchens II zu Wasser, das dadurch ausgeschiedene Wasserstoffatom $\frac{H}{2}$ entzieht dem Wassertheilchen III seinen Sauerstoff $\frac{O}{3}$; so geht diess bis an die Platte *K* fort, an welcher endlich das Wasserstoffatom $\frac{H}{5}$ das ihr nächste der betrachteten Wasserstoffatome (und zwar in Folge Verbindung von $\frac{H}{4}$ mit $\frac{O}{5}$) ausgeschieden wird. Es findet demnach auf der ganzen Strecke zwischen den beiden Platten *A* *K* beständige Zersetzung, und gleich darauf folgende Wiederbildung von Wasser statt, während an der + Platte *A* *O* und an der — Platte *K* *H* Theilchen ausgeschieden werden, die sich mit der Platte chemisch zu verbinden streben; da aber eine solche Verbindung wegen Mangel an chemischer Verwandtschaft zwischen diesen Stoffen und dem Platin nicht möglich ist, sich nur an dieselbe anlagern und daher die + Platte mit einer Sauerstoff- und die — Platte mit einer Wasserstoff-Schichte überziehen. Es bestehen daher die chemischen Erscheinungen eines electrischen Stromes nicht bloss in Zersetzungen, sondern auch in chemischen Verbindungen, welche er begünstigt. So wird z. B. Platin und Gold ausgenommen, fast jedes andere Metall, zur + Electrode eines entsprechenden kräftigen Stromes gemacht, in ganz reinem Wasser und bei Ausschluss der Luft oxydirt, was sonst nicht der Fall ist. Chemisches reines Zink, welches von verdünnter Schwefelsäure gar nicht angegriffen wird, erfährt in

*) Diese freie Electricität stammt daher, weil in jeder Kette deren Schliessungsbogen einen mehr oder weniger unvollkommenen Leiter (Flüssigkeit), enthält des in ihm herrschenden Leitungswiderstandes wegen, nie die ganze Menge freier entgegengesetzter Electricität, die durch die electromotorische Kraft in gewisser Zeit hervorgerufen wird, in der nämlichen Zeit zu einander übergehen (sich neutralisiren) kann. Es muss mithin in einer geschlossenen Kette noch eine angehäufte freie (gespannte Electricität) vorhanden sein. Auch ist es eine allgemeine Erfahrung, dass die Anhäufung oder die Spannung dieser Electricität dort am stärksten ist, wo sie auf den grössten Widerstand trifft.

Berührung mit Kupfer oder Silber (zum $+$ Ende einer Kette gemacht) eine sehr rasche Zerstörung; indem es durch den Sauerstoff des zersetzten Wassers schnell oxydirt, und das gebildete Wasser von der Säure immer sogleich aufgelöst wird. Wir kommen nun den magnetischen Erscheinungen näher.

III. Magnetische Wirkungen.

Man hat längere Zeit vermuthet, dass zwischen Magnetismus und zwischen Electricität eine Identität bestehe, und daher einerlei sei. Dem ist aber nicht so; und es beweisen uns sehr viele auffallende Erscheinungen, dass hier ein Wechsel stattfindet. Z. B. an Schiffen, wenn am Compass die Magnetnadel vom Blitze getroffen wird, so verliert sich ihre Kraft ganz, oder es werden ihre Pole gänzlich umgekehrt. Bis zum Jahre 1819 waren diese Sachen noch immer im Dunkeln begraben. Oerstedt beobachtete im Jahre 1819—1820, dass eine Magnetnadel an welcher ein galvanischer Strom vorbeigeht, ihre Richtung von Süden nach Norden verlässt; und damit die sonderbare Erscheinung, die hier statt findet, näher betrachtet werden könne, so wollen wir bemerken, dass die Ablenkung dieser Nadel ausserhalb und innerhalb der Stromesrichtung auch an sich verschieden ist. Ampere gab eine eigene Regel: Man denke sich in dem vom Strome durchflossenen Drahte eine Figur so liegend, dass der $+$ Strom bei den Füßen ein- und am Kopfe austritt, doch so, dass die Figur der Magnetnadel immer das Gesicht zuwendet, so wird in allen Fällen der Nordpol der Nadellinks abgelenkt. Ritter behauptete, dass die Kette nichts anderes als ein Magnet sei, dessen ein Pol der $+$ und der andere der $-$ Pol sei. Ein electrischer Strom äussert immer das Bestreben, der Nadel eine zu seiner Richtung senkrechte Stellung zu geben; aber ein hindernder Umstand ist der Erdmagnetismus (tellurische Magnetismus). Die Nadel steht daher unter zwei Kräften; unter dem Einflusse des Erdmagnetismus, und unter dem Einflusse des galvanischen Stromes. Will man nun Versuche mit der Magnetnadel anstellen, so nimmt man entweder einen Oerstedt'schen Tragapparat, gefüllt mit Kupfervitriol-Lösung, oder auch ein Daniel'sches Element, bringt an den Kupfer- oder Silberpol einen Draht in der Dicke von 1—2 m. m. an, biegt ihn in ein $\square$ so, dass das andere Ende des Drahtes in den Zinkpol geklemmt werden kann. Nun stellt man die Nadel so, dass sie mit dem $\square$ parallel läuft, d. h. man hat den Schliessungskreis in den magnetischen Meridian gebracht. Hier treten nun mehrere Anzeichen ein, welche wir unter den Gesetzen der Ablenkung besonders bemerken wollen, und zwar:

I. Das Annähern einer Magnetnadel in den innern Schlusskreis bringt die entgegengesetzte Ablenkung von der Annäherung ausserhalb des Schlusskreises hervor.

II. Je näher die Nadel an den Leitdraht gebracht wird, desto grösser ist auch die Ablenkung, und ebenso umgekehrt. Dela Rive und Miaut sprachen sich folgendermassen über dieses Gesetz aus: „Jedes Stromelement wirke auf einen Pol der Nadel mit einer Stärke, die im verkehrten Verhältnisse mit dem $\square$ in der Entfernung stehen.

III. Die Grösse der Nadelablenkung hängt ab:
1. Von dem geringen Gewichte der Nadel selbst.
2. Von der Grösse der Oberfläche, und 3. von der Stärke des galvanischen Stromes. Endlich

VI. bei gleicher Entfernung vom Schliessungsdraht muss auch der Ablenkungswinkel ein constanter sein.

Sobald der Strom unterbrochen wird, so geht die Nadel wieder in ihre Naturlage zurück. Sie hat immer einen gewissen Standpunct der Ruhelage. Diese verticale Ebene heisst man nun, den magnetischen Meridian der Nadel. Wird nun der Schlusskreis in diesen Meridian gebracht, so wirkt der Strom auf die Nadel, und diese erhält eine Ablenkung. Ueber die Richtung der Nadelablenkung besteht folgendes Gesetz:

Wenn die Nadel in den magnetischen Meridian gebracht ist, und dieselbe horizontal schwebt, und es geht der $+$ Strom vom Silberpol von Süd gegen Nord aus, und man bringt die Nadel über den Leitdraht, so schlägt der Nordpol der Nadel nach Osten aus (Fig. 6), währenddem man bei Annäherung der Nadel innerhalb des Schlusskreises die entgegengesetzte Ablenkung nach Westen erhält (Fig. 7).

Oerstedt hatte über diesen Punct so verworrene Ideen geschrieben, dass kaum einige Akademien so glücklich waren, einige davon zu behalten. Schweiger zeigte uns, dass es nicht nöthig sei, starke Ketten zu diesen Versuchen unmittelbar zu haben, sondern dass auch ein einziges Element von etwas grösserer Oberfläche dazu dienen kann. Es wird die Wirkung bedeutend erhöht, wenn der Stromweg in mehrfach umschlungenen Schliessungskreisen besteht, die natürlich von einander isolirt sein müssen. Schweiger gab ein sehr wichtiges Instrument für die Physik an, nämlich das Instrument: Auch das Vorhandensein und die Stärke des Stromes in einem Leitungsdrahte zu bestimmen. Diese Instrumente nennt man Multiplicatoren, auch Galvanometer. In sofern das Instrument gebraucht wird, um die Stärke eines galvanischen Stromes zu messen, heisst

es ein Galvanometer. Jedoch wird in den telegrafischen Bureaux ein grosser Unterschied zwischen Galvanometer und Multiplikator gemacht. Der Erstere hat nur einige Umwindungen, damit er nicht etwa zu empfindlich für galvanische Strömungen sei, und dient nur dazu, um die wirklich vorhandene Strömung nach den Graden der Nadelablenkung zu vergleichen. Der Multiplikator hat hingegen mehrere hundert Umwindungen, und dient überhaupt dazu, das Ganzsein eines Leitungsdrahtes oder ganz geringe Electricitätsverluste (Berührungen) die durch mangelhafte Isolirung einer Leitung entstehen, zu entdecken und zu prüfen. Die Empfindlichkeit eines solchen Instrumentes ist so gross, dass es schon bei den kleinsten Strömungen einen bedeutenden Ausschlag gibt. Sch weiger und P o g g e n d o r f hatten die erste Idee, den Leitungsdraht vielmal um die Nadel herumzuführen. Das Resultat war, dass die Nadel viel stärker abgelenkt wurde. Es wird daher, wohl gemerkt, nur die Wirkung des Stromes auf die Nadel, aber nicht der Strom selbst vervielfacht. Man gibt daher diesem Instrumente auch den Namen: multiplicirendes Drahtgewinde. Die einfachste Art ist, die von Sch weiger in ovaler Form, und zu sehr bekannt, und daher die Beschreibung nicht nöthig; überhaupt weil sie uns zu weit vom Zwecke abführen würde. Es fanden sehr viele Verbesserungen statt, um dem Erdmagnetismus zu begegnen, aber keine entsprach so vollkommen den gestellten Forderungen als die von Nobili. Er befestigte zwei gleichgearbeitete Magnetnadeln an einer gemeinschaftlichen isolirenden Axe so, dass die freundschaftlichen Pole, d. i. ein Nord- und ein Südpol, einander parallel gegenüber standen, und zwar in horizontaler Lage. Die untere Nadel bewegt sich innerhalb des Multiplicationsgewindes, und die obere Nadel, welche zugleich den Zeiger vertritt, spielt ober einer in 360° eingetheilten Kreisscheibe, um zugleich die Ablenkung ablesen zu können. Eine solche Nadel braucht eben nicht in den magnetischen Meridian gestellt zu werden; es genügt, dass man dieselbe mit 0 und 180 parallel stellt; der Erdmagnetismus hat auf eine solche Nadel keinen Einfluss, denn es wird ein Pol so stark angezogen, als der andere abgestossen wird. Die Nadel kommt dann auf ein Holzgestell mit Stellschrauben, um dem Instrumente eine horizontale Richtung geben zu können, und noch dazu befindet sich auf dem Gestelle eine Drehschraube, um das Instrument, ohne es berühren zu müssen, umdrehen zu können.

Wir nähern uns jetzt einem schönen Studium, nämlich des von Ohm und F e c h n e r aufgestellten Lehrsatzes über das Verhalten sämmtlicher Kräfte in einer Kette gegenseitig.

Fünfter Abschnitt.

Quantität und Intensität des galvanischen Stromes.

II. Das Ohm'sche Gesetz.

Schon P f a f f, M i a u t und B e r e n z waren die eifrigsten Vertheidiger des Galvanismus; aber ein Phänomen, das der Oxydation der Metalle, konnten sie doch nicht wegläugnen. Ohm und F e c h n e r haben aber mehr als alle anderen Physiker in diesem Fache geleistet, und ihnen verdanken wir schöne Aufklärungen. Geht man von der Ansicht aus, dass diese Erscheinung der Electricität ein materielles Substrat sei, so braucht dasselbe nicht mehr in seinem Wesen verschieden zu sein; dem Phänomen der Reibungs-Electricität und dem des Galvanismus liegt dann ein und dasselbe Substrat zu Grunde. Beide Charactere sind es, wo wir dieses Substrat nach seinem Ursprunge und nach seinem Auftreten unterscheiden können. Im ersteren Falle zeigt sich ein Ruhezustand, im letzteren aber Leben und Bewegung. Wir unterscheiden hier Quantität und Intensität der Electricität. Eine haltbare Erklärung von diesen Erscheinungen zu geben ist äusserst schwierig, und es kann nur so viel bemerkt werden, dass die Quantität der Electricität von der Oberfläche der Platten, von der Dichte der Flüssigkeit und deren Leitungsvermögen abhängt, und die Intensität der Electricität bedingt wird durch die Anzahl der einzelnen Elemente einer Kette und dem Leitungsvermögen der Flüssigkeit. Ueberhaupt um sich populär auszudrücken, ist Quantität des galvanischen Stromes die Menge der in bestimmter Zeit in Bewegung gesetzten Electricität; dieselbe ist proportional der electromotorischen Kraft, Leitungsgüte, und der Grösse der Electromotoren; und verkehrt proportional mit der Dicke der leitenden Flüssigkeit (Distanz der Platten von einander). Intensität ist hingegen jene Stärke des galvanischen Stromes, die erforderlich ist, eine bestimmte Electricitätsmenge durch die Kette zu treiben, und ist proportional der Anzahl der Elemente und der Leitungsgüte der Flüssigkeit.

Behandeln wir zuerst die Quantität und sagen, es sei bloss Berührung, so ist es die feuchte Schichte des flüssigen Leiters, in welche die Electricitätsmenge übertritt, und von da wieder an ihren Ort gelangt. Die Flüssigkeit wird aber dem Durchdringen der Electricität einen Widerstand entgegensetzen. Je grösser der Leitungswiderstand aber ist, um so mehr wird der Strom geschwächt. — Wenn durch die Flüssigkeit selbst Canäle geboten werden, so wird sich der grössere Theil der Electricität auf diesem Wege fortpflanzen. Je grösser daher die Oberfläche der Platten ist, desto mehr Electricitätsmenge wird durch die lei-

tenden Schichten Durchgang finden. Denkt man sich z. B. ein Element mit dem 2ten, dieses mit einem 3ten, 4ten und 5ten zu einer Kette verbunden, so wird die Spannung natürlich auch 2—3—4 und 5fach werden; ist aber auch zugleich hier 5facher Leitungswiderstand vorhanden; aber eben dieser Spannungsgrad gestattet den einen Schlusskreis nur unvollkommen, und es ist daher auch eine 5fache electromotorische Kraft nöthig, um dieselbe Electricitätsmenge durch die Kette zu treiben, daher die Vermehrung der Plattenpaare nicht zur Vergrößerung der Quantität des galvanischen Stromes, wohl aber durch Erhöhung der Spannung in der Kette jene Eigenschaft begründet, die man Intensität (innere Stärke) heisst.

Ohm und Fechner haben wir durch ihre rastlosen Bemühungen vom Jahre 1821 bis 1831 die Aufstellung ihrer schönen Gesetze zu verdanken. Für das Fach der Physik haben sich diese Arbeiten ungemein ausgebreitet.

Ohm ging nach der Entdeckung des Electromagnetismus darauf aus, das Verhalten der Kette zu studieren. Er benützte das Oerstedtische Fundamentalgesetz und wies nach, wenn man verschiedene Schliessungsdrähte in die Leitung brächte, dass dann auch ganz verschiedene Anzeichen statt fänden. Er nannte den durch die Kette geschlossenen Polardraht den unveränderlichen Leiter, hingegen die anderen Schliessungsdrähte veränderliche Leiter. Fechner nahm einen Kupfertrog und zwei Polardrähte von gleicher Länge (unveränderliche Leiter) und einige von verschiedener Länge (veränderliche Leiter) und fand, dass je länger der Draht, desto schwächer der Strom wurde, weil im Drahte selbst der Widerstand auftritt. Es liegt nun klar am Tage, dass der Leitungswiderstand im Zusammenhange mit der electromotorischen Kraft und der Stärke des galvanischen Stromes stehe*). Darüber gibt uns Ohm sein nachfolgendes schönes Gesetz wie folgt:

Das Gesetz von Ohm. I. Formel.

„Die Kraft einer galvanischen Kette ist der gesammten in ihr selbst wirksamen Kraft (electromotorischen Kraft) direct proportional; dem Leitungswiderstande aller ihrer Theile aber umgekehrt proportional. Der Widerstand, den die einzelnen Körper dem Durchströmen der Electricität entgegensetzen, ist sehr verschieden. Die Metalle z. B. wie bekannt setzen dem Durchgange des Stromes viel kleineren Widerstand entgegen als die Flüssigkeiten. Um diess deutlicher zu erklären, heissen wir

*) Die Stromstärke heisst jene Electricitätsmenge, die in der Zeiteinheit durch einen als Einheit angenommenen Querschnitt geht.

z. B. die Stromstärke $= S$, den Leitungswiderstand $= W$ und die electromotorische Kraft $= E$, so ist $S : E = 1 : W$ oder anders gesagt $S = \frac{E}{W}$ oder es ist $E = S \cdot W$, d. h. die Stromstärke ist direct proportional mit der electromotorischen Kraft, und umgekehrt dem Leitungswiderstande.

Ohm's II. Formel.

Geht man nun auf eine schärfere Berücksichtigung des Gesamt- oder absoluten Widerstandes ein, so sieht man, dass es verschiedene Einwirkungen geben könne, die den Strom schwächen und daher der Stromstärke bald einen geringeren, bald einen stärkeren Widerstand entgegensetzen. Wir haben dabei zu berücksichtigen den Widerstand, den der Polardraht einer Kette bietet, dann die Massa, Dimension des Drahtes und die Temperatur. Es lautet daher die zweite Formel Ohm's:

Bei sonst übrigens gleichem Verhältnisse ist der Gesamtwiderstand zur Länge des Drahtes im geraden, aber im umgekehrten mit dem Leitungswiderstand und dem Querschnitte desselben. Nimmt man z. B. zwei Drähte und sagt es sei

die Länge des 1. Drahtes $= 1$ und die des 2. Drahtes $= l$
 der Querschnitt „ $= 1$ „ „ „ „ „ $= q$
 der specifische Leitungswid. $= 1$ „ „ „ „ „ $= k$
 u. der absolute Widerstand $= 1$ „ „ „ „ „ $= w$

und sagen $w : 1 = l - 1$. dann $w : 1 = 1 : q$. Endlich
 „ $w : 1 = 1 : k$. Addirt man nun, so ist:

$$w : 1 = l : k q$$

oder $W = \frac{l}{k q}$, welches also heisst: Der absolute Widerstand ist zur Länge des Drahtes im geraden, aber zum Leitungswiderstande und Querschnitte desselben im umgekehrten Verhältnisse.

Gehen wir nun auf die reducirte Länge des Drahtes und den reducirten Leitungswiderstand*) über, und heissen die reducirte Länge $= L$ und die andere Länge des Drahtes $= l$ (variant) und k und nehmen wir q aber als constante Grössen für 1 an, so ent-

*) Der reducirte Leitungswiderstand ist derjenige, der durch die Länge eines bestimmten Kupferdrahtes ausgedrückt wird, und die denselben betreffende Länge heisst die reducirte Drahtlänge; oder mit anderen Worten: der reducirte Leitungswiderstand ist derjenige, der bei bestimmtem Querschnitte (0,785 □ m. m.) und bei bestimmtem specifischen Leitungswiderstand (also Kupfer) durch seine Länge einen Widerstand hervorbringt, den ein anderer Draht durch seine Länge, Querschnitt und specifischen Leitungswiderstand ($l - q - k$) nicht hervorzubringen im Stande ist.

steht hier eine Nebenformel; es ist $L = \frac{l}{kq}$ was so viel heisst als: Die reducirt Drahtlänge ist im geraden Verhältnisse mit der Länge des Drahtes, und im verkehrten mit dem spezifischen Leitungswiderstande (k) und dem Querschnitte (q) des Drahtes ($0,785 \square m.m$). Wir wollen uns hier zugleich an eine Maaseinheit halten, nämlich an einen Draht zur Vergleichung der Widerstände, den man Normaldraht heisst, und für denselben folgendes Mass angeben:

Es sei die Länge $L = 1$ Meter, der Durchmesser $= 1$ Millim. und der Querschnitt $O = 0,785 \square$ Millim. Wir kommen jetzt zur dritten Ohmischen Formel, welche also lautet.

Ohm's III. Formel.

Bei jeder einfachen Kette tritt der Leitungswiderstand doppelt auf. Bezeichnen wir nun ein für allemal den Leitungswiderstand der Kette mit r und den Leitungswiderstand im Schliessungsdraht mit l , so ist $W = r + l$. Substituirt man nun dieses Verhalten in die Formel I, so entsteht hier die dritte Formel, welche lautet:

$$S = \frac{e}{r + l}.$$

welches so viel heisst als: Die Stromstärke einer einfachen Kette ist $=$ dem Quozienten den man erhält, wenn man die electromotorische Kraft (E) theilt, durch den Leitungswiderstand der Kette (r) (als reducirt betrachtet) mehr dem Leitungswiderstand des Schlussdrahtes (l). Dieses gilt aber nur für einfache Ketten; nehmen wir aber eine zusammengesetzte Kette, z. B. nur von 3 Elementen her, so ist:

$$\left. \begin{aligned} 1. s &= \left(\frac{E_1}{r_1 + r_2 + r_3} \right) + l \\ 2. s &= \left(\frac{E_2}{r_1 + r_2 + r_3} \right) + l \\ 3. s &= \left(\frac{E_3}{r_1 + r_2 + r_3} \right) + l \end{aligned} \right\} \begin{aligned} &\text{Addirt ist daher} \\ &s_1 + s_2 + s_3 = \frac{E_1 + E_2 + E_3}{r_1 + r_2 + r_3 + l} \end{aligned}$$

welches mit Worten auf folgende Weise ausgedrückt wird: „Die Stromstärke einer mehrelementigen Säule oder Kette ist gleich dem Quozienten den man erhält, wenn man die electromotorische Kraft jedes einzelnen Elementes theilt, durch die Summe der Widerstände der einzelnen Elemente, mehr dem Widerstand im Schlussdraht.“ Nehmen wir aber mehr Elemente als drei, also ohne Grenzen, und bezeichnen diese mit

dem Buchstaben n , so erhalten wir die Nebenformel $s = \frac{n e}{n r + l}$, d. h. die Stromstärke einer zusammengesetzten Kette ist gleich n mal der electromotorischen Kraft getheilt durch n des Widerstandes der Kette, jedes einzelnen Elements, mehr dem Leitungswiderstande im Schlussdrahte.

Nehmen wir nun einen anderen Fall des Ohm'schen Gesetzes.

Ohm's IV. Formel.

Wenn man annimmt, dass zum Beispiel gar kein Schliessungsdraht vorhanden wäre, oder dass derselbe doch so klein sei, dass er keinen Widerstand leisten könne, so fällt natürlich aus der dritten

Formel $s = \frac{E}{r + l}$ auch das l hinweg, und die vierte Formel wird lauten:

$$s = \frac{E}{r}.$$

Eben so bei zusammengesetzten Ketten wird die Formel lauten: $S = \frac{n e}{n r}$. Nimmt man das n als gleichen Factor hinweg, so ist wieder dasselbe Verhalten wie früher:

$$S = \frac{E}{r}.$$

Es findet hier gleichsam ein Maximum der Stromstärke statt und ist nur zu bemerken, dass $r > l$ ist, das heisst: dass der Widerstand der Kette grösser ist, als der in dem Schlussdrahte. Es können aber hier wieder drei Fälle auftreten. Es kann entweder $l = 0$ werden gegen r , dann wird l wieder hinausfallen, und es wird wieder $s = S$, d. h. wenn der Leitungswiderstand im Schlussdrahte l , und der Leitungswiderstand der Körper, die in denselben eingeschaltet sind, ein Ganzes ausmachen (wenn der Widerstand im Schlussdraht sehr klein ist, gegen den der Kette), so zeigt sich der Effect einer zusammengesetzten Kette gleich dem einer einfachen. Es ist also bei diesem ersten Falle die Stromstärke nicht von der Anzahl der Elemente, wohl aber von der Grösse der Platten-Oberfläche bedingt; daher ist in diesem Falle die Stromstärke proportional der Plattenoberfläche; und hier wird ein grossplattiges Element grössere Wirkungen hervorbringen, als ein vielplattiges, kleine Elemente enthaltendes Stromelement. Es kann aber auch ein zweiter Fall eintreten. Es kann l ungleich grösser werden gegen r , so zwar, dass r und sogar $n r$ gleich 0 wird gegen l . Es wird dann überall r hinwegfallen, und es wird in diesem zweiten Falle $S = n s$,

d. h. die Stromstärke wächst in diesem Falle nicht mehr mit der Plattenoberfläche, sondern mit der Anzahl der Elemente, und hier werden vielplattige Elemente grössere Wirkungen als ein grossplattiges hervorbringen. Diess ist bei langer Telegrafeneitung der Fall.

Aber auch ein dritter Fall kann eintreten, wo z. B. r gleich l ist, d. h. wo der Widerstand im Schlussdraht ganz gleich dem der Kette ist. Vermehrt man nun, um diess erklärlicher zu machen die Anzahl der Elemente durch irgend eine Annahme, z. B. durch den Buchstaben m , so wird auch natürlich der Wider-

stand vermehrt und wir bekommen $s = \frac{m e}{m r + l}$. Denkt man

sich jetzt aber die Platten durch eben denselben Werth m vergrössert, so wird natürlich der Widerstand der Kette m mal verringert. Weil aber $r = l$ ist, so ist auch $m r = m l$, und man kann

setzen $s = \frac{m e}{r + m l}$ und es ergibt sich das Resultat, dass $S = S$

ist, d. h. hier in diesem dritten Falle bleibt sich die Stromstärke gleich, ob die Platten vergrössert oder die Anzahl der Elemente vermehrt wird, wenn nur die Vergrösserung so wie die Vermehrung mit ein und demselben Masse geschieht. Beim Zuwachs an Widerstand ist es gut den Werth von n genauer kennen zu

lernen. Wird n grösser, so wird $\frac{l}{n}$ immer kleiner, so zwar, dass

die Stromstärke nahezu gleich wird dem Quozienten, den man erhält, wenn man die electromotorische Kraft durch den Widerstand der Kette theilt. Dieses erhaltene Product ist das Maximum der Stromstärke; über diese Grenze hinaus vermögen noch so viele Elemente keine grössere Stromstärke zu geben.

Ohm's V. Formel.

Zuwachs an Widerstand. In jeder Kette tritt, wie bereits abgehandelt wurde, der Widerstand doppelt auf: der in der Kette selbst als wesentlicher, und zweitens der im Schlussdraht als ein von dem Materiale abhängiger Widerstand. Zieht

man nun Ohm's erste Formel, wo es heisst $S = \frac{e}{w}$ so ist hier durch dieses W der absolute oder Gesamtwiderstand allein ausgedrückt. Es tritt aber, so wie meine Leser gleich vernehmen werden, hier zu diesem absoluten Widerstande noch ein zweiter hinzu, und dieser zweite Widerstand wird durch die Flüssigkeit in den Stromkreis gebracht, und wir wollen hier, ehe wir die fünfte Formel aufstellen, den Grund dieser Erscheinung näher erörtern.

Betrachten wir den Schliessungskreis, wo nicht nur ein Metall, als auch vielmehr Flüssigkeiten, die in den Schliessungskreis

eingeschaltet werden, sich befinden. Das zu diesem Behufe von Ohm aufgestellte Gesetz lässt sich hier aber nicht unmittelbar auf diesen Fall anwenden. Es zeigt sich, dass in diesem Falle aber ausser dem wesentlichen Widerstand auch noch andere Widerstände auftreten. De la Riva, Ritter und Poggen-dorf, im Jahre 1803 machten auf diese Erscheinung besonders aufmerksam, und es zeigten die Beobachtungen, dass der Strom in diesem Falle eine bedeutende Schwächung erleide. Ohm und Fechner hatten durch ihre Bemühungen das Resultat erhalten, dass an der Berührungsgrenze zwischen flüssigen und festen Leitern ein Widerstand vorhanden sei, der nur auf der Berüh-rungsfläche selbst auftrete, und ganz unabhängig sei von den Metallen; und dessen Schwierigkeit sich dahin beziehe, dass der Strom vom festen Leiter (Metall) auf den flüssigen Leiter über-gehe. Je grösser der Säureninhalt, desto geringer wird dieser Widerstand. Fechner nannte diesen Strom Uebergangstrom, und nahm an, dass dieser Uebergangswiderstand nie als ein Fall des Ohm'schen Gesetzes anzusehen sei. Nennen wir nun diesen neuen Widerstand gleich $\ddot{U}$, so lautet die fünfte Formel in Be-zugnahme auf die erste

$$s = \frac{e}{w + \ddot{U}}.$$

Ohm selbst trat entschieden gegen diesen Satz auf und lehrte, dass der Strom vom Uebergang von einem festen auf einen flüssigen Leiter allerdings eine Schwächung erleide, woran aber der Gegenstrom*) Schuld sei, welcher daher entstehe, dass ein als Stromleiter fungirendes Metall an die Flüssigkeit grenze, oder dass der metallische Stromleiter irgendwo zerrissen oder gespalten sei. Wenn wir nun alles dieses berücksichtigen, so erhält die fünfte Formel Ohm's, wenn wir die Stärke des Gegenstromes gleich p (galvanische Polarisisation) nennen, und den durch die Flüssigkeit eintretenden Widerstand mit $\ddot{U}$ bezeichnen, folgende

Gestalt: $s = \frac{e - p}{w + \ddot{U}}$. Jeder Gegenstrom bleibt stets nachweis-bar. Z. B. bei Wasserzersetzen laden sich die Electroden mit einem Gegenstrom, welcher nachweisbar ist. Nimmt man zwei Platinaelectroden, verbindet dieselbe mit einem Rheometer**), so zeigt dasselbe eine entgegengesetzte Ablenkung, und somit den

*) Der Gegenstrom ist die, die entgegengesetzte Richtung des Hauptstromes einschlagende Strömung. Man heisst diese Erscheinung des Gegenstromes, oder überhaupt die Einwirkung von flüssigen Leitern auf einen metallischen die „galvanische Polarisisation.“

**) Rheometer ist jedes Instrument, welches galvanische Ströme messen lehrt. Derselbe kann eine Tangentenbusole, astatischer Multiplicator oder auch ein Voltameter sein.

Strom von entgegengesetzter Richtung; dieser Gegenstrom ist nun auch Schuld, dass ein Element oft gar keine Wasserzer-
setzung zeigt. Es tritt bei stärkeren Ketten jedoch die galva-
nische Polarisation immer mehr in den Hintergrund.

Ohm's VI. Formel.

Werthe von r und l . Es ist schon einmal gesagt worden, dass der Werth von l nichts anders als ein Factor ist, der von Dimension und Natur abhängt (materieller Beschaffenheit, Länge und Querschnitt). Wählen wir uns Ohm's zweite Formel

$W = \frac{e}{kq}$ zur Betrachtung. Es sei nun z. B. k der specifische Leitungswiderstand, oder die electriche Verzögerungskraft, wie schon bemerkt wurde, und $\frac{1}{k}$ sei der reciproke Werth des Leitungswiderstandes oder das relative Leitungsvermögen oder Leitungsgüte, so geht die zweite Formel über in die Form $W = \frac{kl}{q}$.

Aus diesen zwei Ansichten ergeben sich auch zwei Werthe für W . Auch dieser Werth von W wird aus dieser Formel bekannt, indem der Widerstand des Drahtes zunimmt. Nimmt man aber specifische Leitungsfähigkeit in Anspruch, so wird der Widerstand kleiner werden. Es wird wohl noch die dritte Ohm'sche Formel meinen Lesern im Gedächtniss sein, wo es für einfache

Ketten heisst $s = \frac{e}{r + l}$ und für zusammengesetzte $s = \frac{nE}{nr + l}$.

Ziehen wir nun specifische Leitungsgüte in Betracht, so gestaltet sich die Formel $s = \frac{E}{r + l} + \frac{kl}{q}$. Wollen wir diess nun benützen,

so bestimmen wir auch für den Factor r eine andere Grösse, und heissen z. B. eine von der materiellen Beschaffenheit abhängigen Grösse Z und die Oberfläche eines einzelnen Elementes (das ist

Oberfläche der Platten) gleich O , so ergibt sich für $r = \frac{Z}{O}$;

denn je grösser die Platten, desto kleiner wird auch der Widerstand, daher geht für einfache Ketten unsere dritte Formel über

in die Form $s = \frac{E}{\frac{Z}{O} + \frac{kl}{q}}$ u. für zusammengesetzte $s = \frac{nE}{\frac{nz}{O} + \frac{kl}{q}}$.

Es lassen sich aber noch nähere Bestimmungen des Werthes Z und O angeben. Beziehen wir nämlich den Schliessungsdraht auf die drei Werthe k — l — und q , und nennen wir den Leitungswiderstand den die Flüssigkeit bringt, gleich W' die Distanz der Platten oder die Dicke der Flüssigkeitsschichte d und endlich den Querschnitt, d. i. der Theil der Plattenfläche, der mit der

Flüssigkeitsschicht in Berührung steht $= F$. Setzt man dieses in geeigneter Form an, so bekommen wir für einfache Ketten die

Formel $s = \frac{E}{\frac{w' d}{f}} + \frac{k l}{q}$ und für zusammengesetzte Ketten die

Formel $s = \frac{n E}{\frac{w' n d}{f}} + \frac{k l}{q}$.

Ohm's VII. Formel.

Von der Stromtheilung. Wie wir bereits wissen, theilt sich der Strom, wenn sich irgendwo an einer Stelle der Stromleiter spaltet, in mehrere Aeste. Betrachten wir nun den Stromleiter und die Stromquelle etwas näher. Wenn z. B. nach der Figur 8 aus den beiden Metallen Zink und Kupfer ein Strom hinausgeht, so erfährt er an der Stelle, wo der Stromleiter gespalten ist, z. B. bei a eine partielle Seitenströmung; und nachdem diese Seitenströme die beiden Aeste a und b durchlaufen haben, so werden sie sich wieder auf dem gemeinschaftlichen Wege in dem Hauptleiter zu vereinigen suchen.

Wir drücken den Gesamtwiderstand hier nicht durch Längen aus, sondern wir können $W = \frac{k l}{q}$ setzen. Bezeichnen wir nun, indem wir die anderen Grössen des specifischen

Leitungswiderstandes und der Länge unberücksichtigt lassen und bloss den Querschnitt betrachten, und den Widerstand des Astes $a = r_1$; den Widerstand des zweiten Astes, nämlich $b = r_2$, eben so die beiden Querschnitte q_1 und q_2 ; vorausgesetzt, dass ein gewisser Leitungswiderstand genannt K und Leitungsfähigkeit λ durch ihre materielle Beschaffenheit bedingt ist, so ist

$r_1 a = \frac{K \lambda}{q_1}$ und daher $r_2 b = \frac{K \lambda}{q_2}$. Aus diesen Ausdrücken

ergeben sich Werthe für die Querschnitte selbst. Es ist also

$q_1 = \frac{K \lambda}{r_1}$ und $q_2 = \frac{K \lambda}{r_2}$; die beiden Drähte leisten zusammen in Betreff ihres Widerstandes das, was ein Draht vom

Querschnitte Q entspricht. Also ist $Q = q_1 + q_2$. Substituiert lautet dieses

$\frac{K \lambda}{r} = \frac{K \lambda}{r_1} + \frac{K \lambda}{r_2}$ das λ und das K fällt

als gleicher Factor ganz hinweg, und es entsteht die siebente Formel aus dem Ohm'schen Gesetze, welche lautet:

$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}$.

Das Resultat mit Worten gegeben, lautet: die beiden Aeste sind einem einzigen Leiter gleich, wenn die Leitungsfähigkeit des Letzteren gleich ist der Summe der Leitungsfähigkeit in beiden Armen; dann gelten die beiden Aeste einem einzigen Leiter gleich. Wir nähern uns jetzt, da wir Ohm's Gesetz erklärt haben, einem andern Kapitel, und zwar dem, über das Bestimmen der electromotorischen Kraft, des wesentlichen Widerstandes und der Strom-Stärke.

Sechster Abschnitt.

Von dem Bestimmen der Constanten einer Kette.

Die Kräfte in einer galvanischen Kette, welche einander unter übrigens gleichen Umständen beinahe gleichkommen, sind folgende drei:

1. Die Stromstärke, 2. der wesentliche Widerstand, und 3. die electromotorische Kraft. Sie führen den Namen der Constanten einer Kette; und den Act ihren Werth auszumitteln, nennt man das Bestimmen der Constanten.

I. Bestimmung der Stromstärke.

Dieses kann auf zweierlei Art geschehen:

1. Durch ein Rheometer, und zweitens durch ein Voltameter *) mit Bezug auf die Einheit Jacobi's.

Im ersten Falle schaltet man ein Rheometer, z. B. eine Tangentenbusole ein, notirt jedoch die Anzahl der Grade um welche die Nadel zurückgetrieben wird, und sucht im Logarithmen-Buche die der Gradenanzahl entsprechenden Verhältnisszahlen auf.

Im zweiten Falle schaltet man ein Volta-Electrometer ohne Vermehrung des Widerstandes ein, und bemerkt die zersetzte Gasmenge; dividirt dieselbe durch die Anzahl der Minuten, durch welche die Zersetzung gedauert hat, so findet man das Mass welches auf eine Minute entfällt. Hätte man z. B. in 5 Minuten 20 Kubik-Centimeter Knallgas erhalten, so käme auf 1 Minute 4 Kubik-Centimeter; also wäre der Strom 4 Jacobi'sche Einheiten stark. Bezieht man nun diese Zersetzung auf die Nadel-

*) Die Beschreibung der Voltameter und der Jacobi'schen Einheit folgt im nächsten Capitel.

ablenkung, so wäre, wenn z. B. derselbe Strom 12° Ablenkung gezeigt hätte, eine Jacobi'sche Einheit gleich 3° Nadelablenkung, denn $20 : 5 = 4$ und eben so $12^\circ : 4 = 3^\circ$.

II. Bestimmung des wesentlichen Widerstandes.

Der wesentliche Widerstand wird ermittelt, je nachdem man schon eine bestimmte Einheit oder eine bestimmte Stromstärke hat. Wenn man den Reductionsfactor des Instrumentes*) noch nicht ermittelt hat, so bringt man irgend ein Rheometer in den Stromkreis, der die Kette ohne Vermehrung des Widerstandes schliesst. Man notirt sich dann genau die Angaben des Rheometers, und indem man verschiedene Widerstände in den Schlusskreis bringt (d. i. verschiedene Drahtlängen einschaltet), so zeigt sich dann durch die Daten, die man bisher erzielt hat, dass sich auch der wesentliche Widerstand der Kette dadurch ermitteln lässt. Es kommt nothwendig dabei das Material, welches der Leitbarkeit entspricht, in Betracht zu ziehen. Zur Erleichterung diene folgendes Exempel:

Es sei z. B. die Ablenkung ohne eingeschalteten Widerstand $= a^\circ$ und daher „ „ nach „ „ $= b^\circ$; a ist nun offenbar grösser als b . Heisst man nun den ersten Widerstand x 1 und den der Kette x 2, so ist x 1 $\times$ x 2 $+ l$; l kann aber auch verschiedene Werthe annehmen. Es verhalten sich daher die Tangente a zu Tangente b wie umgekehrt die Längen, also: $a : b = x + l : x$.

Gibt man nun den Tangenten a und b einen gewissen Werth, und setzt für Tangente $a = m$ und für Tangente $b = n$, so lautet

die Gleichung also: $\frac{\text{Tang. } a}{m} : \frac{\text{Tang. } b}{n} = x + l : x$;

oder $m x = n (x + l)$ oder $m x = n x + n l$,

oder $x (m - n) = n l$ oder $x = \frac{n l}{m - n}$. Nach dieser Formel

lässt sich nun der Widerstand genau bestimmen. Nehmen wir folgenden speciellen Fall zur Erklärung. Es hätte z. E. an irgend einem Rheometer die Ablenkung ohne eingeschalteten Widerstand 21° gezeigt, die Einschaltung l sei aber 2 Meter lang und die Ablenkung b nach dieser Einschaltung zeigte nur mehr 15° .

*) Das ist jene Zahl, die man erhält, wenn man Temperatur, Barometerstand, und den Widerstand des Instrumentes berücksichtigt, und daher die erhaltene Gasmenge durch die Tangenten der Ablenkung theilt. Ist z. B. die Gasmenge = 20 Kubik-Centimeter in einer Minute, und 5° die Ablenkung, so wäre 4 der Reductions-Factor des Instrumentes; aber nur diesem Falle, denn jedes andere Instrument hat einen anderen Widerstand. Eben so ist auch nicht die Temperatur und der Luftdruck jederzeit ganz gleich; daher bei Ermittlung eines solchen Reductionsfactors nicht oberflächlich zu Werke zu gehen ist, und mehrere Versuche z. B. durch Pollwechsel angestellt werden müssen.

Es ist aber die Tangente von $21^\circ = 0,3839$ im Werthe, und die Tangente b also von $15^\circ = 0,2679$ „ „

Wir erhalten nun folgende Proportion:

Tang. a von $21^\circ = 0,3839$: Tang. b von $15^\circ = 0,2679 = x + 2 : x$.

Dieses nun multiplicirt und nach der Formel $x = \frac{n l}{m - n}$ berechnet, gibt den gesuchten Widerstand d. i. $x = 4,619$ Meter. Im zweiten Falle, wo man die Tangenten der Ablenkungswinkel früher auf eine Einheit bezogen, heisst dann die veränderte Stromstärke $= s'$ und l der hinzugefügte Widerstand, so erhalten wir mit Stromeinheit, ohne Widerstand also: $s = \frac{E}{r}$; durch den eingeschalteten Widerstand aber $s' = \frac{E}{r + l}$ daher im ersten Falle die Gleichung $s r = E$; im zweiten $s' r + s' l = E$. Es entsteht daher: $- s r = E$ und $s' r + s' l = E$. Durch das Eliminiren aber stellt sich $s = s' + s' l$ und r als gemeinschaftlicher Factor heraus $= r (s - s') = s' l$ und aus diesem die Formel: $r = \frac{s' l}{s - s'}$ durch welche sich eben so wie durch die vorhergehende Formel $x = \frac{n l}{m - n}$ der Widerstand berechnen lässt. Nimmt l verschiedene Werthe an, so ist auch die Ablenkung immer verschieden, eben so, wie im zweiten Falle die darauf bezogenen Einheiten.

III. Bestimmung der electromotorischen Kraft.

Dieses kann ebenfalls auf zweifache Art geschehen; erstens durch Berechnung, und zweitens durch einen Rheostaten*). Man sieht sehr leicht ein, dass dieses ein wesentlicher Factor der Kette ist, und es ist aus früheren Andeutungen in den Volta'schen Sätzen bekannt, dass die electromotorische Kraft direct proportional der Spannung sei, die an den Polen einer offenen Säule herrscht. Man könnte allerdings aus der Spannung, die an den Polen einer offenen Kette herrscht, sehr leicht die electromotorische Kraft, die in einer Kette ist, bestimmen. Dieses ist aber nur möglich bei Ketten, die viele Elemente enthalten; je mehr sich aber die Anzahl der Elemente vermindert, um so unzuverlässiger wird dann diese Messungsmethode, so zwar, dass man schon bei 3 — 4 Elementen ein negatives Resultat erhält. Man kann sich aber auch anderer Mittel bedienen, und sich durch Rechnung in die Kenntniss derselben setzen. Bei der Bestimmung einfacher Ketten ohne Widerstand war die Formel $s = \frac{E}{r}$ und

*) Rheostaten sind Instrumente, welche gestatten momentane Widerstände in den Schlusskreis zu bringen, ohne dass man denselben öffnen darf. Das Princip desselben folgt im Kapitel von den Messinstrumenten.

mit Widerstand $s' \frac{E}{r + l}$. Ist nun r und l bekannt, so kann man E leicht berechnen. Im ersten Falle ist $E = s r$. Im zweiten Falle $E = s' r + s' l$. Sind nun diese Grössen im zweiten Falle bekannt, so ist ebenfalls sehr leicht die Grösse E zu bestimmen. Nimmt man z. B. an, es sei nach einer Tangentenbusole, die sich auf eine Einheit bezieht, $s = 43,75$ solcher Einheiten, und r der wesentliche Widerstand $= 11,1$, so gibt s mit $r = 485,625$. Aber auch aus der zweiten Gleichung ist der Werth von E zu bestimmen, und dann ein Mittel aus beiden zu ziehen. Wheatstone hat derlei Methoden bekannt gegeben, welche die electromotorische Kraft als Verhältnisszahl mit den Widerständen gleichstellen.

Die erste Methode ist: hat man mittelst zweier Ströme eine und dieselbe magnetische Wirkung auf einem geeigneten Rheometer hervorgebracht, so muss die Intensität beider Ströme einander gleich sein. Es muss daher, wenn im ersten Fall $s = \frac{E}{r}$ ist, der Ablenkungswinkel $= \alpha 1$ sein; und im zweiten Falle wenn $s' \frac{E}{R}$ ist, der Ablenkungswinkel $= \alpha 2$ sein. Da diese Ablenkungswinkel einander gleich sein sollen, weil wir durch die Ströme eine und dieselbe magnetische Wirkung auf die Nadel hervorbringen wollen, so ist $\alpha 1 = \alpha 2$ und daher auch $s = s'$, und hiermit auch $\frac{e}{r} = \frac{E}{R}$ (constanter Grösse). Dieses in eine Proportion gebracht, ist $e : E = r : R$, d. h. es verhalten sich die electromotorischen Kräfte so, wie sich die bezüglichen Widerstände der beiden Ketten verhalten. Diese Methode leidet aber an dem Uebelstande, dass es in einzelnen Fällen schwer hält, den Gesamtwiderstand zu bestimmen. Man kann aber diese Messungsart umgehen, indem man den Widerstand, der in einem Falle bekannt ist, in beiden Fällen bei s und bei s' vermehrt.

Wenn wir im ersten Falle wo, $s = \frac{e}{r}$ ist, einen Widerstand l durch einen Rheostaten hinzufügen, so müssen wir im zweiten Falle, wo der Ablenkungswinkel $= \alpha 2$ ist, die Bedingung erzielen, dass $\alpha 1 = \alpha 2$ wird, also $s' = \frac{e}{r} + l = \alpha 1 = \alpha 2$. Wenn wir also im zweiten Falle bei einer zusammengesetzten Kette eine solche Ablenkung erzielen wollen, so ist es nöthig, dass man auch den Widerstand $n l$ hinzubringe, und wir erhalten daher $s' = \frac{n E}{n r + n l}$. Hierdurch wird die Ablenkung $\alpha 1$ der Ablenkung von $\alpha 2$ gleich. — Man hat durch den Rheostaten bestimmte

Widerstände einzuschalten, z. B. dass die Nadel auf 45° zu stehen kommt, dann vermehrt man die Widerstände in beiden Fällen so, dass man im zweiten Falle ebenfalls den Ausschlag von 45° erhält. Aus diesem ergibt sich das Mass für die electromotorische Kraft; nämlich: die Anzahl der Umdrehungen ist das Mass für die electromotorische Kraft, wenn nur die entsprechenden Umdrehungen als Einheiten gesetzt werden. Die reducirte Länge gibt das Mass sowohl beim ersten als zweiten Versuche. Die electromotorischen Kräfte ergeben sich immer als Verhältnisszahlen zu den Widerständen. Es geht aber auch sehr leicht an, die electromotorische Kraft auf die Jacobi'sche Stromeinheit zu beziehen. Es geht dieses zugleich aus der Grundformel der Kette hervor; nämlich $S = \frac{E}{W}$. Nimmt man nun wieder den

Fall, dass $W = 1$ ist, so ist auch dann $e = s$. Es lässt sich die electromotorische Kraft selbst unter der Bedingung, dass der Widerstand $= 1$ ist, durch die Stromstärke messen. Nimmt man Rücksicht auf die Einheit, so können die Zahlenwerthe nichts anderes geben, als die Quantität Knallgas, welches die Stromstärke einer Kette geben würde, wenn der Widerstand $= 1$, d. h. so gross wie der unseres Normaldrahtes ist. Nimmt man ein Daniell'sches Element, und geht vom Grundsatz aus, man habe folgendes Mass für die Stromstärke

		$s = 21,14$	} macht für E aus 454.
„	„	„ wesentlichen Widerst. $r = 21,5$	
„	„	Stromstärke bei Einschaltung $s' = 15,82$	
„	„	den Widerstand davon $l = 7,2$	

Es setzt nun voraus, dass wir für diesen Strom 454 Kubik-Centimeter Knallgas in jeder Minute erhalten müssen, wenn nur der Widerstand gleich gewesen wäre der Einheit, die angenommen wurde. Also ist 454 das Mass für die electromotorische Kraft.

Siebenter Abschnitt.

Von den Widerständen insbesondere.

I. Specifischer Leitungswiderstand der Metalle.

Jene Kraft, welche dem Durchströmen des galvanischen Stromes ein merkbares Hinderniss entgegensetzt, heisst man Widerstand. Wir unterscheiden aber nicht nur den wesentlichen, absoluten und Uebergangswiderstand, sondern auch einen specifischen Leitungswiderstand, d. i. eine von der materiellen Beschaffenheit und Temperatur allein abhängige Grösse. Der spe-

cifische Leitungswiderstand steht im verkehrten Verhältnisse zu dem reciproken Werthe, dem relativen Leistungsvermögen. Je grösser der Leitungswiderstand desto kleiner muss die Leitungsgüte werden, und eben so umgekehrt. Es kann daher diese Grösse nicht bei jedem Drahte gleich gross sein, z. B. für Kupfer war sie gleich 1. Bei andern Metallen herrscht ihrer Natur wegen, auch ein anderer Leitungswiderstand. Um nun Leitungswiderstände zu messen, dient als Messeinheit unser Normaldraht, dessen Mass schon in Ohm's Gesetz erklärt wurde; dann ein Rheostat mit einem Rheometer und einer Batterie. Wir sehen, wenn wir mehrere Drähte von gleicher Dimension, d. i. von gleichem Querschnitt und gleicher Länge nehmen, und sie gegen einander vergleichen, um mittelst eines Rheostaten ihre Widerstände zu bemessen, dass wir, um gleiche Ablenkungen zu erzielen, jedesmal eine andere veränderliche Länge in den Stromkreis bringen müssen, d. h. eine gewisse Anzahl von Umwindungen des Rheostaten von dem Metallcylinder auf den Holzcylinder desselben, damit die Nadel ihren alten Stand wieder einnimmt. Je grösser aber der Leitungswiderstand, desto mehr Umwindungen müssen am Rheostaten vom Metall- auf den Holzcylinder übertragen werden. Es gibt dann die Anzahl der Umwindungen, wenn sie auf eine Einheit bezogen werden, das Mass des Widerstandes, welches der eingeschaltete Körper bietet; denn es verhalten sich die Widerstände wie die Natur der Metalle und die entsprechende Anzahl der Rheostatenwindungen. Bei der Leitungsgüte aber ist das Verhältniss umgekehrt. Je $>$ die Leitungsgüte ist, desto $<$ wird der Widerstand werden. Zur leichteren Auffassung diene folgendes Exempel: wenn die Leitungsfähigkeit für Kupfer $= 1$ ist, so ist sie für Platin 0,142. Man wird also, weil Platin einen grösseren Widerstand als Kupfer bietet, auch bei gleichem Querschnitte eine geringere Menge Platin brauchen als Kupfer; daher $1 : 0,142 = 2 : x$ und x ist daher $= 0,284$, d. h. wenn der Kupferdraht gleich zwei Metre lang ist.

Wir sehen, dass mit 0,284 Millimetre Platindraht wir ausreichen, um einen eben so grossen Widerstand hervorzubringen, als ein zwei Metre langer Kupferdraht gibt. Ein anderer Fall ist, wo es sich um lange Schliessungsdrähte handelt. Hier werden aber aus physikalischen Gründen nur Eisen und Kupfer in Betracht gezogen, und es muss der Querschnitt von beiden geändert werden, um denselben Widerstand für beide Metalle zu erhalten. Nehmen wir die Metalle her, so wird, wenn wir den Leitungswiderstand des Kupfers $= 1$ setzen, und den des Eisens $= 5,637$ (weil $W = W'$ und $l = l'$ werden soll), auch die Grösse K und Q' geändert werden müssen, und der Querschnitt des zweiten Drahtes um so viel grösser genommen, also ein weit dickerer Draht für den Zweiten ausfallen müssen, als der Widerstand des

Zweiten gegen den Ersten ist. Es liegen nun mehrere Tabellen über die Resultate der Leitungswiderstände und der Leitungsfähigkeit der Metalle vor, jedoch sind die hier angeführten, zu unseren Zwecken viel erspriesslicher, und stützen sich auf die neueren Quellen und Versuche. Es sind hier von zwei Fachmännern dergleichen Tabellen aufgestellt worden, nämlich von Puff und von Lenz. Von Ersterem nämlich Puff liegen zweierlei Formen vor, in ersterer wo er die Einheit des Kupfers als 1 annahm, und in letzterer wo er aber nur drei Untersuchungen anstellte.

Erste Form der Tabelle.

Die Einheit des Kupfers = 1.

(von Puff.)

Metalle	Leitungs- Widerstand	Leitungs- Fähigkeit
	<i>K.</i>	<i>K.'</i>
Bei 0 Grad Temperatur.		
Silber.	0,734	1,362
Kupfer	1,000	1. —
Gold	0,966	1,035
Messing.	3,610	0,277
Eisen.	5,637	0,178
Platin	7,063	0,142
Neusilber	11,286	0,089
Quecksilber	38,476	0,026

Zweite Form der Tabelle.

Von Puff's drei Untersuchungen.

Metalle.	Leitungs- Widerstand
	<i>K.</i>
Chemisch reines Kupfer = 1.	
Silber	0,954
Kupfer.	1. —
1. Sorte } Kupfer . . .	1,170
2. Sorte }	
Neusilber.	11,833

Die Tabelle von Lenz, welcher die Einheit des Kupfers auf 100 bezog, und welcher bei dreierlei Graden von Temperatur die Leitungswiderstände der verschiedenen Metalle untersuchte, folgt:

Tabelle von Lenz.

Die Einheit des Kupfers = 100 bei 0° — 100° — 200° .

M e t a l l e	Deren Leitungsfähigkeit bei einer Temperatur von Graden			
	0°	100°	200°	$21^{\circ} - 45'$
Silber	136,25	92,45	68,72	—
Kupfer	100,00	73,00	54,82	—
Gold	79,79	65,20	54,49	—
Messing	29,33	24,78	21,45	—
Eisen	17,74	10,87	7,00	—
Platin	14,16	10,93	9,60	—
Zinn	30,84	20,44	14,78	—
Blei	14,42	9,61	9,76	—
Quecksilber	Leitungsfähigkeit ohne Temperatur			$21^{\circ} - 45'$

Nachdem nun die Leitungsfähigkeit und die Widerstände der vorzüglichsten Metalle bekannt und näher erklärt sind, so gehen wir zu dem Leitungswiderstande flüssiger Körper über, welche sich dem Ohm'schen Gesetze nicht fügen.

Von dem Leitungswiderstande der Flüssigkeiten.

Die flüssigen Körper differiren in Betreff ihrer Leitungsfähigkeit vor allen anderen Körpern. Diese Differenz kann aus zweierlei Ursachen abstammen.

1. Wird jeder flüssige Körper nur dadurch zum Leiter, wenn man gewisse Durchschnittsflächen mit Electrodenplatten versieht, und dadurch den Strom zu- und abführt. Die Platten-Action ruft auf letzteren einen Strom hervor, welcher dem ursprünglichen Hauptstrome entgegengesetzt ist. (Galvanische Polarisation.) Diese Polarisation macht es, dass man den Act, wenn ein flüssiger Körper zum Leiter wird, nicht gleich als den ansieht, wenn ein Metall zum Leiter wird. Ein Umstand, der nur sehr wenig mehr geläugnet wird, ist ferner der, dass:

2. die Flüssigkeit nur dann als Leiter fungiren kann, wenn sie durch den Strom als Electrolyt auftritt, d. h. wenn die Flüssigkeit durch den durchgehenden Strom zersetzt wird. Sobald diess aber nicht der Fall ist, so erfährt sie nur bisweilen eine Ausnahme, wie z. B. bei Wasser. Bei anderen Flüssigkeiten gilt aber das Hauptgesetz vollkommen. Hier sind einige Bemerkungen von einigen Fachmännern sehr interessant. Matteucci

fand nämlich, dass eine Verdünnung auch die Leitungsfähigkeit einer Lösung zuweilen vermindere. Bei Salzlösungen, z. B. Alkalien, gibt es eine gewisse Grenze der Leitungsfähigkeit, die aber noch innerhalb des Sättigungspunctes liegt. Concentrirte Säuren leiten schlechter als verdünnte. Ohm hat bei Temperaturs-Erhöhung der Flüssigkeiten nachgewiesen, dass ihre Leitungsfähigkeit gesteigert werde, während sie bei den Metallen vermindert wird.

De la Riva hat bewiesen, dass durch die Erwärmung des Metalles eine Ausdehnung, und daher eine Verrückung der Molecüle erfolge. Bei Erwärmung der Flüssigkeiten aber wird die chemische Affinität der Jonnen in Bezug auf den Strom verringert. Nach dem bereits Gesagten ergibt sich, dass wir anderer Methoden, um die Widerstände der flüssigen Körper zu messen, bedürfen, als bei den Metallen. Es kommt nur darauf an, ob man die Polarisation in Rechnung ziehen will oder nicht. Wie wichtig es aber sei, diesen Uebergangswiderstand der Flüssigkeiten (Polarisation) in Erwägung zu ziehen, mag hier ein von Poulliet angeführter Fall beweisen. Er schloss Quecksilber in gut calibrierte Röhren ein, nahm dann zwei solche Röhren und gab die zu prüfende Flüssigkeit hinein. Ausserhalb verband er die beiden Endflächen dieser Röhren durch die beiden von der Flüssigkeit nicht afficirbaren Electrodenplatten, und fand, dass sich die Flüssigkeiten nur dann dem Ohm'schen Gesetze fügen, wenn ihre Länge die 5 — 6fache ihres Querschnittes wird.

Lenz hat zuerst den Widerstand in der Kupfervitriol-Lösung, die bei 18, 12° Celsius stand, untersucht, und fand, dass wenn man eine Einheit wählt und den Leitungswiderstand der Kupfervitriol-Lösung vergleicht, der Leitungswiderstand des Kupfervitriols = 6857500 grösser ist, als der einer Kupfersäule von gleichen Dimensionen. Man erhält nun den Leitungswiderstand von der nächsten Flüssigkeit, wenn man sie auf die erste bezieht.

Von den Bestimmungsmethoden für Flüssigkeit sind zwei, eine von Poggen-dorf und eine von Wheat-stone vor ungefähr 40 Jahren vorgeschlagen, die geeignetsten. Denken wir uns z. B. eine Stromstärke, wo wieder E die electromotorische Kraft, und R der wesentliche Widerstand der Kette ist, so ist nach dem Ohm'schen Gesetze $s = \frac{E}{R}$. Schalten wir jetzt eine Flüssigkeit in den Stromkreis ein, so erhalten wir jetzt die Stromstärke s' . Nennt man nun P die Polarisation der Electrodenplatten, und X den Widerstand, der durch die Flüssigkeit in den Stromkreis gebracht wird, so erhält man zu dem schon erhaltenen $s = \frac{E}{R}$ noch $s' = \frac{E - P}{R + X}$. Entfernen wir nun den Widerstand durch die

uns bekannten Rheostatenwindungen, so wird $s' = \frac{E - P}{R + X - \lambda}$. Setzt man nun den Werth der beiden Stromstärken durch $\frac{E}{R}$ einander gleich, so ist $\frac{E}{R} = \frac{E - P}{R + X - \lambda}$. Aus diesem folgt das Resultat, aufgelöst: $X = \lambda - \frac{P}{E} \times R$, oder mit Worten: Es ist der Widerstand der Flüssigkeit gleich den eingeschalteten Rheostaten (Drahtlängen abgerechnet die Polarisation), getheilt durch die electromotorische Kraft, und multiplicirt mit dem Widerstande der Kette.

Wir lassen hier mehrere interessante Angaben von Horstbarth folgen, welcher den Widerstand der Flüssigkeiten auf Neusilber bezog, und den Widerstand des Neusilbers gleich Eins gesetzt hat.

F ü r	Im specifischen Gewichte von	Ist der Widerstand
Schwefelsäure	1,10	756,753
„ „	1,15	67,770
„ „	1,20	56,180
„ „	1,24	„ „
„ „	1,30	„ „
„ „	1,40	„ „

F ü r	In Kubik-Centimeter	Für Gramme das Andere mit Wasser	Ist der Widerstand
Zinkvitriol-Lösung	100	7,257	1896000
„ „	100	4,175	2663400
Kupfervitriol-Lösung	100	15,093	972,320
„ „	100	7,457	1410200
Chlor-Zink-Lösung	—	—	1092500

F ü r	Gramme	In Kubik-Centimeter Wasser	Ist der Widerstand
Kochsalzlösung	27,6	500	577,100
„ „	21,2	500	769,460
Bei zweifach verdünnter Lösung			148,200
Bei vierfach verdünnter Lösung			2750,56 [^]

Es gibt aber auch Fälle, wo man die Polarisation umgehen kann. Man bekommt dadurch ein Resultat, wodurch die Fehler dieser Uebergangung der Polarisation entdekt werden. *Wheatstone* war der erste, der eine solche Methode bekannt machte, die darauf beruht, dass man einmal eine bestimmte Quantität Flüssigkeit in den Stromkreis bringt, der wieder aus einem Galvanometer und einem Rheostaten besteht, dann die Nadel des Galvanometers so stellt, dass sie über einen gewissen Punct des Theilkreises zu stehen kommt, welches sehr leicht mittelst des Rheostaten bewerkstelliget wird. Man erweitert dann die Grenzen der Flüssigkeit, und füllt dann den grösseren Raum damit aus. Zu diesem Behufe hat *Wheatstone* einen eigenen Apparat construirt. Er beruht darauf, verschiedene Flüssigkeiten in den Raum zu bringen, um sie gehörig messen zu können. Dieser Apparat ist Figur 9 abgebildet. Es ist dort *ab* eine gläserne Messröhre, welche oben bei *a* einen etwas höheren Durchmesser hat. Die Röhre *ab* selbst, ist 52 Milimetre lang, und 13 Milimetre im lichten Durchmesser, so zwar, dass zwischen *a* und *b* und zwar bei *b*, an der inneren Metallfassung *c* eine fixe Platinplatte angebracht ist; oben trägt die Röhre bei *a* die nämliche Metallfassung *ef*, nur dass hier ein verschiebbarer Kolben *K* angebracht ist, an welchem sich ebenfalls eine Platinplatte *h* befindet. Der Kolben *K* kann durch den Stiel *s* und den Knopf *G* bis auf 4 Millimetre und auch bis auf 30 Millimetre zurückgezogen werden. Die Röhre *ab* ist bei *a* etwas höher, und es ist gegen *b* zu, ein Theil derselben weggeschnitten, so zwar, dass nur ein Segment von 270° bleibt, daher bei *z*, wo der Kolben zurückgezogen wird, die Röhre geschlossen, aber von *z* bis nach *b* offen ist, um die Flüssigkeit einzugiessen. Man sucht nun die erste Grenze zu erreichen, und zieht den Kolben gegen *a* zu um 4 Millimetre heraus, und giesst die Flüssigkeit in den Raum ein, nachdem schon Rheometer, Rheostat und die Batterie eingeschaltet sind. Zeigt nun z. B. die Ablenkung des Rheometers im ersten Falle $\alpha 15^\circ$, so notirt man sich dieselbe. Ist dieses geschehen, so zieht man den Kolben zurück bis auf 30 Millimetre Distanz. In den Raum der hierdurch entsteht, giesst man wieder Flüssigkeit, welches wie leicht zu erachten ist, die Folge hat, dass die Nadel bereits bis auf *o* zurückgeht. Um dieses zu erklären, nennen wir den Widerstand der Kette *w*, des Rheostaten *l* und den der Flüssigkeit $= W'$, so entsteht die Formel $s = \frac{E}{w + l + W'}$. Man kann aber das *l* herausnehmen (Länge des Rheostaten ausschalten), so zwar, dass die Nadel wieder ihre erste Ablenkung erhält. An dem ausgeschalteten Widerstand ergibt sich das Mass; z. B. eine eingeschaltete Flüssigkeit gibt so und so viel, und man hat so die reducirte Länge für 1'' bei bestimmtem Querschnitte. Es muss daher $\alpha = \alpha^1$ werden.

Wie schon bemerkt, kommt die Polarisation hier nicht in Rechnung. Nachdem wir jetzt auch den Widerstand der flüssigen Körper kennen, wollen wir die Leitungsfähigkeit des menschlichen Körpers etwas näher erörtern.

Von dem Leitungswiderstande des menschlichen Körpers.

Hierüber haben Pouillet und Pschellnikoff Versuche angestellt. Besonders hat Letzterer getrachtet, die Resultate seiner Forschungen der Oeffentlichkeit zu übergeben. Den wesentlichsten Theil hat die Grösse des menschlichen Körpertheils, der in die Flüssigkeit getaucht wird, in Betracht zu nehmen. Je grösser dieser Theil, desto grösser ist auch der Einfluss auf den Widerstand. Man nimmt Wasser, Quecksilber oder gesäuertes Wasser.

Interessant sind die Angaben von Pschellnikoff in Hinsicht der Altersdifferenzen. Der Widerstand wird um so kleiner oder um so grösser, je grösser oder geringer der Unterschied im Alter ist. Junge Personen bieten einen viel kleineren Leitungswiderstand als alte; ausserdem hängt der Leitungswiderstand noch ab von der leitenden Flüssigkeit, die man benützt. Je besser dieselbe leitet, um so kleiner ist natürlich der Widerstand. Eben dieser Pschellnikoff fand, dass der Widerstand des menschlichen Körpers, wenn man beide Hände in Wasser mit $\frac{1}{100}$ Schwefelsäure vermischt, taucht, diese Flüssigkeit einer Drahtlänge von 91,762 Metres unseres Normaldrahtes gleicht. Diese Angabe scheint aber etwas übertrieben zu sein.

Pouillet fand hingegen, dass wenn man beide befeuchteten Hände in Quecksilber taucht, der Leitungswiderstand = sei einem 49,082 Metres unserer Normaldrahtlänge.

Widerstand des Erdbodens und die Leitungsfähigkeit der Erde.

Schon im vorigen Jahrhunderte hatte man versucht die Frage zu lösen, ob sich nicht auch die Erde in die Reihen der Leiter stellen lasse. Wheatstone hat im Jahre 1847 mit Hilfe der Leidnerflasche diese Frage bejaht, und wies nach, dass die Reibelectricität, nachdem dieselbe einen Leiter von bestimmter Länge durchzog, mitten durch die Wassermasse der Themse zur Belegung der Leidnerflasche wieder zurückkehrte. In dem nämlichen Jahre stellte er einen zweiten Versuch an. Er bildete einen Schlusskreis aus einem drei Kilometer langen Stück Eisendraht und aus gleicher Länge des Erdbodens, und machte die Erfahrung, dass dieser so gebildete Weg in unmessbar kurzer Zeit von der Electricität zurückgelegt wurde. Winkler hat dieselben Resultate erlangt.

Albini und Calais haben 1803 die Fortpflanzung des

Stromes durch einen 60 Metre langen, durch das Meerwasser geführten Draht bewerkstelliget. Man nahm nun nach diesen Versuchen sowohl die Erde als auch das Wasser als Leiter an. Doch haben die physikalischen Forschungen der letzten Dezzennien nachgewiesen, dass die besten Flüssigkeiten ungemein schlechtere Leiter seien, als das schlechteste Metall. Eine interessante Messung in diesem Fache ist jene unseres gegenwärtigen Herrn Ministers v. Baumgartner im Jahre 1849 an einer Strecke von 4,1 Meilen der österreichischen Linie. Er fand, dass der Widerstand, den die Erde in Betreff der Leitung eines Stromes darbietet, bei 3,14mal kleiner ist, als der Widerstand eines Kupferdrahtes von gleicher Länge und 2 Millimetre Dicke, und dass also die Leitungsfähigkeit einer Länge der Erdschichte im Verhältnisse zur Leitungsfähigkeit eines gleich langen Kupferdrahtes sich bedeutend günstiger herausstelle. Es geht aber nicht an, die Gesamtmasse des Erdkörpers als Leiter anzusehen. Die Eigenschaft der Leitungsfähigkeit ist ein Attribut einzelner Bodenschichten der Erdrinde, vorzüglich derer, die aus feuchter dichtgeschichteter Erde, oder aus feinem Sande, Schlamm u. dgl. bestehen. Grober Sand oder Gerölle besitzt diese Eigenschaft in sehr geringem Grade, und büsst dieselbe um so mehr ein, je trockener und loser seine Aggregationen sind. Demnach bedingen zwei Factoren die Leitungsfähigkeit der Erdschichten; 1. die Feuchtigkeit, und 2. der innige Zusammenhang der Molekeln. Geht eine Veränderung mit den einzelnen Schichten vor sich, die eine dieser Bedingungen annullirt, so findet man sie schlechtleitend; aber in der Masse, als sie durch Erwärmung, die sie wieder empfängt, in eben dem Grade steigert sich auch ihre Leitkraft. Durch dieses kam man zu dem Schlusse: In einer gewissen ganz geringen Tiefe, wo die constante Bodentemperatur unter übrigens gleichen Umständen eine gleichmässige Stetigkeit der Erde herbeiführt, hängt die Leitungsfähigkeit ab vom Materiale der einzelnen Schichten und deren Zusammenhänge. Da sich aber bald gut, bald schlecht leitende Theile darunter befinden, so nimmt man die Erde durchschnittlich als mittelmässigen oder Halbleiter an. Auch das Erdreich, wenn wir dasselbe dem bekannten Ohm'schen Gesetze unterwerfen, so ist die Grösse k annähernd durch das Besagte besprochen, und wir haben nur noch die Werthe von l und q zu betrachten, die ebenfalls bei der Erde in Betracht gezogen werden müssen. Baumgartner hat im Jahre 1837 die Entdeckung gemacht, dass die Erde den halben Leitdraht einer telegrafischen Leitung ersetze. Ob jetzt nur 1" Erdreich oder 100 Meilen der Strom zu durchlaufen hat, bleibt sich stets gleich. Er fand, dass man auch einen schlechten Leiter zum guten galvanischen Conductor machen könne, wenn man nur seine Querschnittsflächen eben so gross nimmt, als dessen Leitungsfähigkeit geringer ist; dadurch wird der Widerstand der

beiden Leiter gleich. Er lehrte zuerst, dass man nur die Drahtenden mit grossen Berührungsflächen (Erdplatten) zu versehen brauche, um den Widerstand des Wassers und der Erde klein zu machen, und zwar verschwindend kleiner gegen solchen, den die Metallleitung bietet.

Jakobi, Breguet, Matteucci, Wheatstone, Greif und Bain haben die Angaben Steinheil's vollkommen bestätigt, und das schönste und unwiderlegbare Zeugnis für die Angaben dieses ausgezeichneten Physikers sind die von ihm construirten Telegrafenleitungen. Zwar hat Jakobi die Ansicht gehabt, dass der Widerstand der Erde zu vernachlässigen sei, ob man Electrodenplatten anwende oder nicht; aber seine Versuche dehnen sich nur auf 3—5 Kilometer Strecke aus.

Noch zwei andere Ansichten suchten sich geltend zu machen; die erste von Marini, welcher die Erscheinung, dass die Erde die Metallplatten electricisch erregt, der tellurischen (erdmagnetischen) Induction zuschrieb; und eine zweite von Dessart. Dieser überreichte der französischen Academie durch Arrago eine Schrift, in der er bewies, dass die Erde als gemeinschaftliches Reservoir zu betrachten sei, welche die ihr zugeführten entgegengesetzten Electricitäten ohne Widerstand aufnimmt, und die sich daher in ihrem grossen Behälter vollständig verlieren.

Die Wahrnehmungen der schönen Erscheinungen, die in kurzgeschlossenen Ketten auftreten, behaupten ihre Geltung eben so bei langen Leitungen. Es ist fast unmöglich die Geschwindigkeit zu bemessen, mit welcher der Strom einen ungeheuren Weg in einem Augenblicke durchläuft. Bezieht man nun diesen Weg auf die Zeit, so kann man aus diesem Verhältnisse den Vorgang der fast unglaublichen Schnelligkeit leicht ersehen. Man nimmt eine Zeiteinheit an, z. B. eine Secunde, und bezieht nun die Geschwindigkeit eines Körpers auf diese Zeit. Eigentlich ist diese Bewegung das Mass der Geschwindigkeit. Streng genommen ist die Geschwindigkeit nichts als das Mass, welches in der Zeit entstanden ist, in welcher der Weg zurückgelegt wurde. Schon im vorigen Jahrhunderte wurde eine Reihe Versuche angestellt durch den Erfinder der Luftpumpe, welcher nachgewiesen hatte, dass sich die Reibungselectricität ungeheuer schnell fortpflanzt. Die Versuche Wheatstone's haben zuletzt bewiesen, wie die Electricität die Metallleiter in einer unmessbar kurzen Zeit zu durchfliegen vermöge. Bis zum Jahre 1834 blieb es bei den uns schon bekannten Versuchen. Das Resultat der Arbeiten Wheatstone's lautete, dass die Electricität eine Schnelligkeit von 62,000 geographischen Meilen, das sind 288,000 englische Meilen in einer Secunde habe. Dieses an und für sich betrachtet, schien für die damalige Zeit etwas übertrieben zu sein. Aber in

neuerer Zeit wurden diese Resultate sogar vergrößert, und es zeigen unzählige Versuche, die sich leicht Jeder zur Kenntniss nehmen kann, dass hier kein Mass und dass diese Schnelligkeit directe momentan sei.

Achter Abschnitt.

Von den verschiedenen Mess-Instrumenten.

Ehe wir zur Leitung übergehen, wollen wir noch eine kleine Erklärung über die nothwendigsten Messwerkzeuge, welche zu diesem Behufe erforderlich sind, vorausschicken. Wir wollen bloss den astatischen, den gewöhnlichen Multiplicator, dann die Tangentenbusole berühren, ferner einige Andeutungen über die Sinusbusole, dann den Rheostaten, den Voltameter und deren Principien kurz mittheilen.

Strommessung überhaupt. Messen überhaupt nennt man das Vergleichen verschiedener Werthe in Bezug auf eine bestimmte Masseinheit. Man kann nun solche Einheiten von solchen Massen herleiten, welche in der Natur begründet sind. Diese Einheit nennt man nun eine absolute, und die, welche nur im Gedanken also unbestimmt angenommen wird, eine relative Masseinheit. Die absolute Masseinheit muss stets eine constante Grösse sein. Wir wollen hier bloss zwei Masseinheiten kennen lernen: 1. die von Pouillet und 2. die von Jakobi. Es liegt wohl noch eine Einheit von Weber vor; nachdem aber selbe bei der Telegrafie nicht angewendet wird, so wollen wir dieselbe übergehen und uns nur an die zwei ersteren halten.

Einheit von Pouillet. Dieser benützte jenen Strom als Einheit, den ein thermoelectrisches Element (Antimon, Wismuth) unter gewissen Bedingungen angab. Diese sind: der Widerstand des Stromes muss gleich sein einem 20 Metrelangen und 1 Millimetre dicken Draht, bei der Temperatur von 0 auf 100°. Es bedarf aber dazu eines sehr feinen Instrumentes, nämlich der Sinusbusole, welche Pouillet auch zuerst anwandte, um mit einem solchen Strommasse und einem solchen thermoelectrischen Elemente etwas bezwecken zu können.

Tauglicher für telegrafische Zwecke ist die Einheit von Jakobi. Man benützte electriche Elemente, um eine gewisse Masseinheit zu erhalten. Man kann dabei eine gewisse Zeit als Einheit, als Masseinheit benützen. Jakobi nahm als Strom-einheit denjenigen Strom an, der in einer Minute einen Kubik-

Centimeter Knallgas bei der Temperatur von 0 und dem Barometerstande von 760 Millimetre zu geben im Stande ist. Man heisst diese Einheit die chemische Einheit des Stromes. Nimmt man diese Einheit 7,4mal, so ist sie gleich der Einheit von Pouillet.

Galvanometer. Multiplicatoren. (Fig. 10.) Ein Galvanometer kann, wie ohnehin schon gesagt wurde, jedweder Schlusskreis sein, der in sich eine Busole trägt. Multiplicatoren gehören aber zur Messung feiner Ströme. Die Bestandtheile dieser Letzteren sind ein ovaler Rahmen mit einem hinten und vorne aufgebogenen Rande von Messing oder auch Eichenholz. Derselbe trägt das multiplicirende durch Seide gut isolirte Drahtgewinde, von äusserst dünnem Drahte. Verlangen die Drähte sehr starken Widerstand, so nimmt man den Umwindungsdraht bei 0,1 Millimetre Durchmesser und bei 200 Umwindungen. Zwischen dem Gewinde befindet sich ein Schlitz, um die Nadel hineingeben zu können. Die beiden Enden des Drahtes laufen auswärts, gehen dann durchs Gestelle, an welchem Klemmen zur Verbindung sich befinden. Am besten sind aber die astatischen Nadeln, weil man dieselben immer zu einfachen Nadeln machen kann. Man kann sich dieses folgendermassen einrichten: Man nimmt die feinsten Nadeln, die ganz gleich gearbeitet sind, in der Art, dass man feinen Messingdraht um sie herumgibt. Man steckt dann ein Stäbchen durch die Hülse, und befestigt die Nadel an dem Stäbchen, doch so, dass die freundschaftlichen Pole einander gegenüber stehen. Man biegt dann das Stäbchen in ein Häkchen aus, an welches dann der Coconfaden befestiget wird, welcher seinerseits wieder an einem eigenen Ständer mittelst einer Drehschraube höher oder nieder gerichtet werden kann. Ausserdem ist auf dem Rahmen eine kupferne oder messingene Scheibe angebracht (Theilkreis), um die Ablenkung der Nadel bemessen zu können; dieses Alles kömmt auf ein Holzgestelle mit Stellschrauben, um dem Instrumente eine Horizontalrichtung geben zu können, und noch dazu befindet sich auf dem Gestelle eine Drehschraube, um das Instrument, ohne es berühren zu müssen, umdrehen zu können. Gebraucht man nicht astatische Nadeln, so müssen dieselben in den magnetischen Meridian früher gebracht werden, d. h. sie müssen durch den Schliessungskreis, wenn die Nadel schon im Meridiane ist, ebenfalls gedeckt werden. Dieses Instrument ist so empfindlich, dass es schwer hält, kleine Ablenkungen zu bewerkstelligen. Ein winzig kleines Element von Kupfer und Zink, höchstens ein Quadrat Millimetre bloss in reines Wasser getaucht, genügt um der Nadel einen völligen Umschwung zu geben. Bei astatischen Nadeln ist es, wie schon einmal erwähnt wurde, nicht nothwendig,

dieselbe in den magnetischen Meridian zu stellen; es genügt, wenn man den Zeiger gerade über den Nullpunkt des Theilungskreises bringt, so dass selber mit 0—180 parallel läuft. Der Erdmagnetismus hat auf solche Nadeln keine Wirkungen.

Tangenten und Sinusbusolen.

Alle Instrumente von den beschriebenen Galvanometern und Multiplicatoren leisteten jedoch dasjenige nicht, was von ihnen verlangt wurde, und was sie eigentlich leisten sollten, um ihren wichtigen Bestimmungen zu entsprechen. Es war — mit einem Worte — an ein eigentliches Messen nicht zu denken. Es gibt aber Instrumente, die eine vollkommene Messung gestatten. Es sind hier zweierlei Arten zu bemerken: Erstens entweder bleibt Strom und Nadel in ein und derselben Richtung (Ebene), oder es wechselt im zweiten Falle die Richtung der Nadel; dann wirkt der Strom nach, und sucht die Nadel wieder in eine Ebene zu bringen. Diese Instrumente, welche nun dem ersten Falle entsprechen, heissen Tangenten- und dem zweiten Falle entsprechenden nennt man Sinusbusolen. Nerbander aus Helyopsor ist der Erfinder der Ersteren; Pouillet hat Verbesserungen daran vorgenommen, und war der Erste, welcher sich einer Tangentenbusole bediente. Meine Leser werden mir erlassen, den Begriff einer Tangente näher zu erklären, der Raum dieses Werkchens gestattet keine weitwendigen Erläuterungen, und ich will nur Einiges über das Princip dieses Instrumentes und dessen Verwendung erwähnen. Wir haben hier drei Punkte zu betrachten: Richtkraft des (tellurischen) Erdmagnetismus $a - b$, zweitens Stromkraft $a - c$ und den Angriffspunct a . Denken wir uns z. B. (in der Figur 11) unter der senkrechten Linie ab die Richtkraft des Erdmagnetismus, und unter der horizontalen Linie ac die Stärke der Stromkraft. Es wird daher die Stellung der Nadel, die z. B. in a ihren Drehpunct hat, weil die Kraft ac , welche wir S nennen wollen, und die Kraft ab , die wir T nennen wollen, gleich stark auf die Nadel D wirkt, die Richtung aD erhalten. Zieht man sich nun von b auf D zu eine Linie fg und von c auf D ebenfalls eine Linie ik ; endlich ausserhalb des Punctes a eine Linie (Tangente) EH , so ist hierdurch $ab + ac$, d. i. bac ist = einem Winkel von 90° oder mit andern Zeichen $ab \perp ac = \angle R 90^\circ$. Durch die Nadel aD erhalten wir hier zwei Winkel: T den wir α , und S den wir β nennen wollen. Ueberdiess ziehen wir uns von E nach f und von H nach i punctirte Linien, um ein Parallelogramm zu erhalten. so ergibt sich, dass $fg = T \sin \alpha$ und $ik = S \sin \beta$ ist, oder es ist $fg = ik$. Es ist daher $T \sin \alpha = S \sin \beta$ oder $\alpha + \beta = \angle R 90^\circ$, oder besser ausgedrückt der Sinus des einen Winkels ist gleich dem Cosinus des andern. $T \sin$

$\alpha = S \text{ Cosinus } \alpha$ oder $S = T \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ oder $S = T \text{ Tangente } \alpha$ oder $\text{Tangente } \alpha = \frac{S}{T}$. Nehmen wir nun eine zweite Stromstärke, und vergleichen dieselben mit einander, indem wir die erste Stromstärke gleich S und die zweite s nennen, dann den ersten Winkel gleich X und den zweiten x , und die Richtkraft T , die sich aber in beiden Fällen gleich bleibt, so erhalten wir die Gleichung:

$S = T \cdot \text{Tangente } X$ und $s = T \cdot \text{Tangente } x$ oder $S : s = T \cdot \text{Tangente } X : T \cdot \text{Tangente } x$. Das T fällt nun als gleicher Factor hinweg, und wir erhalten $S : s = \text{Tang. } X : \text{Tang. } x$, oder mit Worten ausgedrückt: die Stromstärken sind den Tangenten der Ablenkungswinkel stets proportional. Diess ist nun das Princip der Tangentenbusole. Würdigen wir nun das Instrument und dessen Gebrauch selbst einer genaueren Betrachtung.

Der wesentlichste Theil an einer Tangentenbusole ist der Stromleiter. Betrachten wir den Reifen AB , wie derselbe in der Fig. 12 ersichtlich ist, so sehen wir, dass er bei a unten gespalten ist, und in zwei Verbindungen ausläuft. A läuft in einen hohlen Cylinder I aus, welcher durch das Postament b hindurchgeht, und durch einen Ring mit dem Zuleitungsdrahte f , der zur Batterie führt, verbunden ist. Die andere Hälfte B ist ebenfalls mit einem Messingzapfen II in Verbindung, welcher durch Kork vor Berührung geschützt, durch den Cylinder I hindurchgeht, unten aus demselben herausragt, und wieder mit dem zweiten Zuleitungsdrahte g in Verbindung steht. Der Reifen, wie sich von selbst versteht, ist aus Kupfer oder Messing, und hat einen Umfang von $\frac{1}{3}$ Metre, weil nur bei diesem Verhältnisse der Strom auf die Nadel die brauchbare Wirkung äussert. Der Reifen ist 2 — 3 Millimetre dick, und 1 — 2 Centimetre breit, und befindet sich auf einem hölzernen Postamente b mit drei zur Horizontalrichtung des Instrumentes versehenen Stell-Schrauben $c d e$, die an den drei Füßen des Postamentes angebracht sind.

Durch den Draht von mässiger Dicke f erhält die Busole die Zuleitung, und durch den andern Draht g die Ableitung des Stromes. Die Verbindung wird entweder durch die am zweiten Postamente P angebrachten zwei Klemmschrauben $o o$, oder durch die Quecksilbernäpfchen 1, 2, 3, 4 bewerkstelligt. In der Mitte des Reifens ist die Busole n angebracht. In der Regel muss die Nadel so klein sein, dass wenn sie senkrecht auf den Reifring gelegt wird, nicht aus demselben heraus tritt. Also ihr Durchmesser muss 4 — 5 mal kleiner sein als der des Reifens. Dadurch wird aber auch der Kreis sehr klein, über dem sie spielt, daher bringt man noch einen kleinen verlängerten Zeiger von Messing oder besser Glas an, und zwar ober der Nadel. Es kann der Theilkreis dann auch grösser und weiter entfernt sein,

und man kann bereits bis auf einen halben Grad den Ausschlag der Nadel auf diese Art bestimmen. Man ist daher mit dieser Vorrichtung im Stande, nicht nur starke, sondern auch die schwächsten Ströme zu messen. Was die Ablesung der Nadel betrifft, so gibt man in die Busole gern ein Spiegelstück, und hat dafür zu sorgen, dass Nadel und Spiegelbild sich decken, wenn man das Auge darüber bringt. Eben so müssen sich auch die Nadel und der Reifen decken. Die Nadel muss in den magnetischen Meridian gebracht werden, und muss frei und horizontal ausschlagen können. Hat man dieses Alles genau beobachtet, so geht man dann an die Stromquelle selbst, und führt dem Instrumente den Strom zu. Es ist rathsam, die Stromquelle von der Nadel entfernt zu halten, weil sonst leicht Strömungen beim Messen eintreten. Auch ist die Ruhelage der Nadel wohl im Auge zu behalten, denn der erste Impuls ist immer viel stärker als die nachher erfolgte ruhige Ablenkung. Wendet man nur ein Danieli'sches Element an, so ist diess Instrument schon so empfindlich, dass man bei 3 — 4 Metre langen Drähten schon eine Ablenkung von $15 - 16^\circ$ erhält, und bei einem 20 Metre langen Drahte aber nur mehr $12 - 13^\circ$, welches wieder ein Beweis zum Ohm'schen Gesetze ist, dass der Widerstand mit der Drahtlänge wächst. Vor dem Versuche ist noch für eine isolirende Unterlage, am besten Stein oder Glas, zu sorgen, und die Horizontalrichtung des Instrumentes wohl im Auge zu halten. Man nimmt dann Drähte von gleicher Länge (unveränderliche), die nicht gar zu dick sind, und eine mässige Länge haben. Man muss mehrere Versuche anstellen, um sich von der Richtigkeit der Ablenkung zu überzeugen. Man braucht nur die Pole zu wechseln, oder die Drähte und Ausschläge zu vergleichen.

Einiges über die Sinusbusole.

Dieselbe stützt sich auf das Princip der Tangentenbusole, hat aber nur die Theilung von 20° , und ist ebenfalls sehr empfindlich. Wenn der Strom und die Nadel nicht bei jeder Lage gleichmässig auf einander zu wirken, so muss man suchen Strom und Nadel in eine und dieselbe Ebene zu bringen.

Nehmen wir uns hierher, um die Sache etwas verständlicher zu machen dieselbe Figur (siehe Fig. 13 a) auf die wir uns schon bei der Tangentenbusole stützten, und behalten wir wieder die drei Punkte, nämlich Richtkraft $a b$, Stromkraft $a c$ und den Angriffspunct a im Auge. Wir hatten bei der Tangentenbusole die Gleichung $T \sin \alpha = S \sin \beta$ oder $\alpha + \beta = 90^\circ$. Bringt man nun den Reifen der Busole mit der Linie $a T b$ in parallele Richtung, so wie derselbe auch gebracht werden muss, so fällt natürlich α ganz hinweg und ist $= 0$; und wir haben daher $\beta = \angle R 90^\circ$. $\sin \beta = \sin 90^\circ = \sin \text{ totis} = 1$. Es ist also $\alpha = X = T \sin x$. Nimmt man nun zur Vergleichung

zwei Stromstärken, und heisst die eine S und die andere s und die Winkel ebenfalls X und x , weil $\alpha = x$ wird, so ist $S = T \sin X$ und $s = T \sin x$ oder $S : s = \sin X : \sin x$, weil hier beide T als gleiche Factoren hinwegfallen. Das Resultat in Worten ist: die Stromstärken verhalten sich so wie die Sinuse der Ablenkungswinkeln. Die nähere Zeichnung einer Sinusbusole zeigt die Fig. 13 b. Die Magnetnadel befindet sich in der Mitte eines verticalen zertheilten Kreises, der um eine Axe drehbar ist. Um diesen Kreis ist der Multiplicationsdraht gewunden. Das Instrument wird so aufgestellt, dass die Ebene der Drahtwindungen in den magnetischen Meridian fällt, und in diesem Falle steht der Index des horizontalen Kreises, auf welchem die Drehung des verticalen Kreises abgelesen wird, auf 0. Wenn nun ein Strom durch die Windungen geht, so wird die Nadel abgelenkt; der Verticalkreis mit den Windungen wird aber nun auch in der Richtung dieser Ablenkung so weit gedreht, bis die Nadel wieder in der Ebene der Windungen liegt, und dann die Grösse der Ablenkung an dem untern horizontalen Kreise abgelesen. Gibt z. B. der Strom einer Kette 30° Ablenkung, der Strom einer andern Kette aber nur 20° , so ist leicht das Verhältniss beider Ströme zu berechnen. Da in beiden Fällen der Strom ganz gleiche Lage gegen die Nadel hat, so verhalten sich die Stromstärken offenbar so wie die Kräfte, die in beiden Fällen die Nadel in den magnetischen Meridian zurückzuführen streben. Es ist z. B. diese Kraft im ersten Falle $S = \sin 30^\circ$ und im zweiten Falle $s = \sin 20^\circ$; so verhalten sich also die Stromstärken wie die Sinuse der Ablenkungswinkel. Daher der Name der Sinus-Busole.

Der Rheostat, seine Bestandtheile und Anwendung.

Bequerel der Jüngere war der Erste, der einen Rheostaten verfertigte. Anfangs war derselbe wohl sehr unvollkommen, aber Lenz hat viele Verbesserungen daran gemacht. Der Name dieses Instrumentes kommt von Rheos Status und daher, weil man augenblicklich grosse oder kleine Widerstände in den Stromkreis bringen kann, ohne denselben zu öffnen. Es gibt zweierlei Hauptformen desselben. Rheostaten mit dünnen Drähten, anwendbar bei grossen Widerständen; und Rheostaten mit dicken Drähten, anwendbar bei geringen Widerständen. Derselbe besteht aus zwei Cylindern, die horizontal gelegt, und mit ihren Axen parallel mittelst Zapfen in ihren Lagern auf einem Gestelle drehbar ruhen. Ein Cylinder ist aus trockenem harten Holze, der andere aus Metall, entweder Kupfer, Messing oder Neusilber; jeder Cylinder ist 15,6 Centimetre lang, und hat 14 Millimetre im Durchmesser. Am Rande des Holzcyinders ist ein Ring von Metall, auf welchem das eine Ende eines langen und feinen

Drahtes, der entweder aus Messing oder Neusilber (Argentan) ist, festgemacht. Auch aus Kupfer nimmt man ihn. Ist derselbe von Messing, so erhält derselbe einen 0,25 Millimetre Durchmesser, bei Neusilber jedoch 0,50 Millimetre. Um den Draht zu isoliren, sind am Holzcylinder schraubenförmige Rinnen, deren 20 auf einen Centimetre kommen, geschnitten, in welche der Draht zu liegen kommt. Derselbe wird an dem Messingcylinder dann hinüber geschlagen, und mit seinem zweiten Ende daran befestigt. Das Drehen der Cylinder wird durch Kurbeln bewerkstelligt, die bald an dem einen, bald an dem andern Zapfen der Cylinder angelegt werden können. Es sind an beiden Cylindern Federn angebracht, die auf dem Gestelle festsitzen, und daher beim Drehen an den Cylindern schleifen; sie sind mit Klemmen zum Einschalten der Pole versehen. Die Figur 14, welche die vordere Ansicht der beiden Walzen zeigt, wird diess mehr verständlichen. Nur der Theil des auf dem Holzcylinder sich befindenden Drahtes bietet einen Stromwiderstand; nicht so jener am Metallcylinder, weil derselbe vom Strome in einem Augenblicke durchläuft. Die eine Feder führt der Strom zu, die andere wieder ab. Es sind hierbei noch zwei Stäbchen zu bemerken, die das Gestelle und die Lager ihrer Länge nach fest zusammenhalten. In der Mitte der beiden Cylinder befindet sich eine Scala, sogenannter Theilkreis, der dazu dient, um die Anzahl der Windungen genau messen zu können. Man kann nur eine ganze Windung an der Scala ablesen, aber auch $\frac{1}{10}$ derselben lässt sich genau bestimmen. Zu diesem Behufe ist der Theilkreis auch in Zehntelkreise eingetheilt. An der Axe des Holzcyinders ist ein Zeiger fix befestigt, der sich mit dem Holzcylinder dreht. Da der Zeiger immer auf 0 stehen muss, so gibt er, sobald er sich von 0 entfernt, den zehnten Theil der Windungen an. Man sehe die Figur 15, wo *L* das Lager der beiden Walzen und *a* und *b* deren Drehpunkt vorstellen, und *Z* den Theilkreis mit dem Zeiger. Es hat nun keine Schwierigkeiten, beliebige Widerstände in den Rheostaten einzuschalten. Die veränderliche Länge von den Drähten der Windungen am Holzcylinder gibt dann den jeweiligen Widerstand, der in den Stromkreis tritt. Sagen wir nun z. B., wir hätten auf dem Holzcylinder 100 Windungen, und setzen dann die Kurbel an den Metallcylinder, und bringen etwa 40 Windungen auf den Metallcylinder hinüber, so erhalten wir auf den Holzcylinder $100 - 40 = 60$ Windungen, die als Widerstand sich noch im Stromkreise befinden. Gibt nun z. B. eine Windung den Widerstand $= 1$, so geben 60 solche Windungen auch natürlich 60fachen Widerstand.

Wheatstone's Regulator.

Für gewisse Zwecke, wo es sich um sehr grosse Widerstände handelt, wie z. B. bei grossen Schliessungskreisen, wie

bei Telegrafen-Leitungen, bei Widerständen von Electromagneten, oder Widerständen durch schlechte Leitungs-Flüssigkeiten, oder bei dem Widerstande des menschlichen Körpers reichen die uns bekannten Apparate nicht aus, und wir bedürfen noch eines Hilfs-Apparates. Ein solches Instrument ist Wheatstone's Regulator, auch Widerstandsrollen genannt. Derselbe besteht aus einem System von Rollen von gewissen Dimensionen. Die Spulen selbst sind aus Holz, auf welche der sehr feine lange Draht durch Seide isolirt, aufgewickelt ist. Die Länge eines solchen Drahtes auf 6 Spulen beträgt 480 Metre und der Durchmesser derselben 0,13 Millimetre. Man wendet gewöhnlich 6 Spulen an, wovon die erste und zweite 15 Metre, die dritte 30 Metre, die vierte 60 Metre, die fünfte 120 Metre und die letzte 240 Metre lange, sehr feine Drähte haben. Die Spulen haben die Form, wie die Figur 16. zeigt, und sind mit Rändern versehen. An den obern Flächen *aa* sind nun zwei starke Metalldrähte, die einen grösseren Durchmesser haben, als die Drähte auf den Spulen. An diese starken zwei Drähte wird nun der feine Draht befestigt. Denkt man sich nun noch eine Feder, die um einen Mittelpunkt drehbar ist, um sie bald senkrecht, bald parallel mit den Drähten stellen zu können, doch so, dass dieselbe mit ihren starken Armen auf die Spulen aufdrückt, so haben wir das Princip dieses Instrumentes deutlich vor Augen. Die Fig. 17 links, zeigt uns die senkrechte Stellung der Feder *a* und Fig. 16 rechts die mit den Drähten parallel laufende Stellung. Steht die Feder senkrecht wie in Figur 17 links, so nimmt der Strom den Weg durch die ganze Spule, und es bildet nun die ganze Drahtlänge der 6 Spulen von 480 Metre den Stromweg, weil die Spulen sämmtlich unter einander verbunden sind. Steht aber die Feder parallel mit den Drähten, wie in Figur 17 rechts, so geht der Strom den nächsten Weg über die parallele Fläche, und der Widerstand ist daher nicht mehr so gross wie im ersten Falle. Es geht nicht an, Drähte von grosser Länge genau zu messen. Man bestimmt die reducirte Länge für jede Spule und bemerkt sich dieselbe an der obern Fläche über der Spule. Rheostaten für kleinere Widerstände übergehe ich hier ganz; weil sie für telegrafische Zwecke nicht geeignet sind. Gehen wir nun zugleich auf die Gesetze und auf die Ermittlung der sich in Betreff des specifischen Leitungswiderstandes herausstellenden Vorgänge über. Man bringt Drähte von gleichem Durchmesser und gleicher Länge, aber von verschiedener materieller Beschaffenheit in den Schliessungskreis, vollendet dessen Schliessung, und liest am eingeschalteten Rheometer den Unterschied der Widerstände ab, die sich hierbei herausstellen. Der Erfolg lehrt nun, dass sich nicht alle Drähte gleich verhalten, und dass der Unterschied demnächst in der materiellen Beschaffenheit der Drähte liege, was meinen Lesern ohnehin schon in dem vorhergehenden Kapitel bekannt

gegeben wurde. Man hat in früherer Zeit die Methode von Wheatstone befolgt, um die specifische Leitungsfähigkeit und den Widerstand eines Körpers zu ermitteln. Z. B. nach folgendem Schema: Es sei (Fig. 18) B die Batterie, G das Rheometer, R der Rheostat und W der Körper, dessen Widerstand und Leitungsgüte man bestimmen will, hier in diesem Falle eine Kupferplatte, so geht man dabei folgendermassen zu Werke: wie man den Stromkreis schliesst, so zeigt sich augenblicklich ein gewisser Nadelstand am Rheometer G , den man sich notirt. Man bringt dann den Körper wieder aus dem Schlusskreise, welches die Folge hat, dass der Ausschlag der Nadel stärker ist, daher einen grösseren Ablenkungswinkel zeigt. Um nun die Nadel wieder auf ihren Stand zurück zu bringen, hilft man mit dem Rheostaten nach; man windet nämlich mittelst der Kurbel eine hinlängliche Drahtmenge von dem Metallcylinder auf den Holzcylinder, so zwar, dass, wenn man bei der ersten Ablenkung der Nadel den Winkel α erhielt, auch bei der zweiten wieder α erhält. Durch dieses erhält man den Widerstand ausgedrückt. Kennt man nun denselben in diesem Falle, so erhält man die specifische Leitungsfähigkeit des Körpers. Die Anzahl der Widerstandseinheiten, welche der Zahl der beigefügten Rheostaten-Windungen entsprechen, ist das gesuchte Mass des Widerstandes, das der Körper bietet. Aber wir müssen nun auch den Widerstand des Apparates in Betracht ziehen, welcher hier dreifach auftritt: Hat man zwei ganz gleiche constante Elemente, d. i. = am Widerstand und = an der electromotorischen Kraft, so wird, wenn man das eine in den Stromkreis bringt, eine bestimmte Ablenkung erfolgen. Eben so bei dem zweiten Elemente. Sagen wir nun es sei l die Anzahl der Rheostaten-Windungen, R der Widerstand der Kette und G der Widerstand des Rheometers, so entsteht die Formel $S = \frac{E}{R + l + G}$. Dasselbe gilt auch für das zweite Element; weil, wie wir sagten, alle beide Elemente einander gleich sein müssen. Bringen wir aber beide Elemente in den Stromkreis, so wird das Rheometer natürlich einen grösseren Ausschlag geben, und es muss daher die Drahtlänge des Rheostaten vergrössert werden, um einen grösseren Widerstand zu erzeugen, der die Nadel auf ihren ersten Stand wieder zurück bringt. Diese Länge des Rheostaten-Drahtes sei z. B. w , so erhalten wir $S' = \frac{2E}{2R + l + w + G}$. Und es wird daher auch $s = S'$ sein.

Führt man nun diese Gleichungen hier mathematisch durch, so ergibt sich das Resultat, dass $w = l + g$ ist. Schafft man das l durch Subtraction hinüber, so wird $w - l = g$; oder umgekehrt $g = w - l$, welches wörtlich übersetzt, nichts anderes heisst, als: Der Widerstand des Rheometers G ist gleich der Differenz der beiden Windungen des Rheostaten w und l .

Ich glaube, meine Leser haben mich vollkommen begriffen, um die Erörterungen über dieses Instrument beschliessen zu können.

Der Voltameter.

Es wurde schon zu Anfang dieses Kapitels bemerkt, dass die J a c o b i 'sche Einheit für Strom - Messung am besten geeignet sei, weil zugleich der electrolytische und der magnetische Effect eines Stromes seine Wirkung äussert. Es sind aber Luftdruck und Temperatur nicht immer gleich; sobald sich die beiden ändern, so ändert sich natürlich auch das Volumen Gas. Die erhaltene Gasmenge steht zur Stromstärke im geraden Verhältnisse. Man hat nun, um die Gase bemessen zu können, Instrumente erfunden, die man Voltameter, auch Volta-electrometer oder Gasmesser nennt (Figur 19). Dieses Instrument hat gewöhnlich die Form eines Wasserzersetzungsg-Apparates, ist aber nicht wie dasselbe mit getrennten Gasröhren versehen, sondern nur mit einer graduirten in Kubik - Centimetren eingetheilten Glasröhre. Es vermengen sich daher hier Wasserstoff und Sauerstoff durcheinander, und erzeugen die sogenannte Knallluft. Eine Danieli'sche Batterie von zwölf Elementen, gibt z. B. der Nadel einer Tangentenbusole den Ausschlag von 13° . Bringt man nun noch das Voltameter in den Schliessungskreis, so geht die Nadel augenblicklich um 8 bis 9° zurück, und es tritt sogleich eine sehr starke Gasentwicklung in Folge des durch die Kette gehenden Stromes ein. Dividirt man nun das Volumen durch die Anzahl der Minuten, durch welche die Zersetzung gedauert hat, so findet man das Mass, welches auf eine Minute kommt. Dieses Mass nennt man den Ausdehnungs-Coëfficienten, d. i. die Zahl, welche uns angibt, um den wievielten Theil die Menge des Gas - Volumens ab - oder zugenommen hat. Für den Reductionsfactor gilt folgende einfache Formel: Nennt man das Volumen der Temperatur von 0° und den Barometerstand von 760 Millimetre x

dann die Temperatur der Beobachtung t

und den Ausdehnungs-Coëfficienten (das ist unser Winkel) . . . α

das Gasvolumen, welches der Temperatur t entspricht . . . v

den Barometerstand, in dem gearbeitet wird B

und den Normal-Barometerstand. b .

So erhalten wir folgende Gleichung: $x = \left(\frac{v}{1 + \alpha t} \right) \times \frac{B}{b}$. — Es handelt sich also nur um α mehr, und dieses ist $= 0,00366$. Dieses ist der vorbereitende Theil, dann geht man an die Ermittlung des Reductionsfactors, welche auf sehr einfache Art geschieht. Irgend ein Ablenkungswinkel entspricht in einer gewissen Zeit einer gewissen Gasmenge. Heisst z. B. der Ablenkungswinkel α und die Gasmenge m und die Tangente 1 von 45° und die Gasmenge x , so ist

$$\left. \begin{array}{l} \text{Tangente } \alpha = m \text{ und} \\ \text{Tangente } 1 = x \end{array} \right\} \text{ oder Tangente } 1 : \alpha = x : m.$$

Es ist daher $x = \frac{m}{\text{Tang. } \alpha} = F$. Diess ist der Reductionsfactor des Instruments. Doch gilt dieser nur für dieses Instrument; für jedes andere Instrument muss der Reductionsfactor erst angeblich ermittelt werden. Da derselbe aber keine constante Grösse ist, indem die magnetische Richtkraft ungemeinen Einfluss darauf übt, und daher die Grösse variabel wird, so ist bei der Ausmittelung eines solchen Reductionsfactors nicht oberflächlich zu Werke zu gehen. Man muss eine ganze Versuchsreihe anstellen, und dann aus den Beobachtungen den Durchschnitt nehmen. Bei dem gegenwärtig betrachteten Instrumente ist $x = F$ der Reductionsfactor. Die Ablenkung unseres Rheometers ist nun unser Winkel α . Für eine Minute nimmt man z. B. die erhaltene Gasmenge $= m$ mit 30,8 Kubik Centim.
 die Temperatur der Beobachtung sei z. B. $t = 15^\circ$
 der Barometerstand, in dem gearbeitet wird. . . . $B = 740$ Millim.
 den Ablenkungswinkel des Rheometers $\alpha = 22^\circ$
 28,18 Kubik Centim.

Dieses gilt aber nur für besagte Temperatur und Barometerstand. Dieses entsprechende Gasvolumen wird in die Rechnung gezogen. Es soll $m = 28,18$ Kubik Centimetre dividirt werden durch die Tangente α und diese ist 0,404. Effectuirt man nun diesen Quotienten, so erhalten wir 69,7, also ist $x = 69,7$ Kubik Centimetre, und daher unser Reductionsfactor $F = 69,7$ Kubik Centimetre. Haben wir nun z. B. irgend eine Ablenkung V , so wird die Gasmenge m sogleich gefunden: $m = Fx$ multiplicirt mit der Tangente des Ablenkungswinkels. Auch lässt sich diese Masseinheit auf Sinusbusolen und Galvanometer anwenden, wie schon bei der Bestimmung der Stromstärke erwähnt wurde. Dieses Gesagte diene zur leichteren Auffindung des Reductionsfactors.

Ich glaube meinen Lesern alle Messinstrumente, das heisst diejenigen, welche zur Messung galvanischer Ströme dienen, so ziemlich deutlich vor Augen geführt zu haben, und gehe daher jetzt an ein interessantes Kapitel, wo es sich nämlich um lange Telegrafienleitungen handelt, um die verschiedenen Nachtheile kennen zu lernen, welche bei solchen Anlagen durch die schlechte Isolirung oder Unkenntniss im Legen der Leitung selbst, sowohl bei der offenen als geschlossenen, d. i. bei der ober- und unterirdischen Linie sich häufig ergeben, und diesen Fehlern kräftig zu begegnen.

Es ist überhaupt, wie ich ohnehin schon einmal im Verlaufe dieses Werkchens mich geäussert habe, dasselbe mehr dem practischen als dem theoretischen Theile der electromagnetischen Telegrafie gewidmet. Es ist meine Absicht beson-

ders' die neueren Apparate, als von Bain, Steinheil, Morse u. dgl. den Lesern deutlicher, als es bisher in andern Büchern der Fall war, vor Augen zu stellen, und nicht nur allein die Communicationen des Apparates selbst als vielmehr die Verbindung sämtlicher Apparate unter einander, mit Batterie und den verschiedenen Leitungsdrähten und die verschiedensten mannigfaltigsten Verbindungen, wie sich dieselben nur immer ergeben mögen, meinen Lesern in der Zeichnung getreu zu enthüllen, damit dieselben in jeder Lage, wie sie auch immer vorkommen mag, die Fehler sogleich selbst auffinden und augenblicklich zu beseitigen im Stande sind.

Neunter Abschnitt.

Von der Verlängerung des Schliessungsbogens.

Ober- und unterirdische Leitung.

Bei der Erweiterung des Schlussdrahtes ist eine solide Aufhängung oder Unterstützung eine der unumgänglichsten Nothwendigkeiten. Die erste Anforderung bei der Erweiterung des Schlussbogens ist, dass jede Auflage, jedweder Unterstützungspunct, der für den Draht gewählt wird, vollkommen gut isolirt sein müsse. Denkt man sich z. B., um einen deutlichen Fall vor Augen zu haben, in der Figur 20 eine Busole *A*, dann die Stromquelle *B* und unter *a, b, c, d* den Schliessungsbogen, auf den der Strom aus der Batterie *B* vom $+$ Pol *c* ausgeht über *b, a*, durch die Busole *A*, in welcher er die Nadel *g* ablenkt, dann nach *a d* zum $-$ Pol wieder zurückkehrt. Es wird die Nadel natürlich eine starke Ablenkung zeigen. Stellt man sich nun aber an den Puncten 1. 2. 3. Drähte vor, welche bis zum unteren Schlussdrahte *a, d* bei 4. 5. 6. denselben berühren, so wird die Nadel immer eine geringere Ablenkung weisen, je mehr solche Ableitungen statt finden; welches daher entsteht, weil der Strom immer den nächsten Weg geht, wenn er nicht daran verhindert wird. Aber eben durch diese Berührungen von 1—4, 2—5 und 3—6 wird nur wenig vom Strome zur Busole *A* gelangen, und daher die Ablenkung immer geringer werden, je mehr solche Stellen vorkommen. Durch diese vielen Wege leidet der Strom eine ungeheure Schwächung, denn es wird immer der grössere Theil des Stromes den kürzern Weg durch die Ableitung zur Batterie zurücknehmen, als dass derselbe durch den langen Stromweg *c, b, a, d* erst zur Stromquelle zurückkehrt. Man heisst nun solche Ketten oder Schliessungen, die sich bilden, dass der Strom nicht mehr an seine Hauptbestimmung gelangen kann, Nebenschliessungen, Nebenleitungen oder Ableitungen. Durch viele solche Ableitungen geht am Ende der Strom ganz

verloren. Es bewährt sich also das Gesetz auf das Beste: so wenig als möglich Aufhängepunkte und so vollkommen als nur möglich isolirt. Wir kommen nun zu den dazu verwendbaren Metallen, ihren Dimensionen und deren Anzahl. Schon bei dem Leitungswiderstande der Körper wurde die Erörterung gegeben, dass es nicht gleichgültig sei, welches Material man wähle, sogar bei den kurzen Schliessungen, um wie viel weniger erst hier, wo es sich um einen Schliessungskreis von äusserst langen Drähten handelt. Man hat hier vorzüglich die Natur des Materials, dessen physikalische Eigenschaften im weitesten Sinne des Wortes genommen, dann den Kostenpunct, auf den überhaupt jeder technische Forscher sein Hauptaugenmerk richten muss, zu berücksichtigen. Unter allen bekannten Metallen, die bis jetzt für telegrafische Zwecke verwendet werden, sind zwei als am besten bewährt gefunden, und zwar Kupfer und Eisen. Kupfer, welches einen viel kleineren Widerstand bietet, und das beste leitende Metall (Silber) und chemische und physische Eigenschaften besitzt, eignet sich für unsern Zweck besonders. Fasst man dieses alles zusammen, so ist es die grosse Leitungsfähigkeit, die grösste Dehnbarkeit und Geschmeidigkeit, dann der grosse Grad von Weiche (durch schnelles Glühen und Ablöschen), dann der Einfluss der Atmosphären, der bei trockener Luft das Kupfer gar nicht oder nur äusserst wenig afficirt (obwohl es bei feuchter Luft und salzhaltiger Feuchtigkeit auch oxydirt), welchen das Kupfer jedem andern Metalle den Rang streitig macht. Nebst dem Kupfer ist es aber auch Eisen, das unser Augenmerk auf sich zieht, aber einerseits den Nachtheil hat, der es dem Kupfer weit zurückstellt, nämlich dessen sehr grossen Leitungswiderstand; daher dessen Querschnitt und Durchmesser um so grösser genommen werden muss, als derselbe dem Kupfer nachsteht. Nimmt man nun das specifische Gewicht *) des Kupfers als 8,9 an, und berücksichtigt dann das Gewicht des Eisens 7,8 und nimmt dann die Erfahrung dabei zu Hülfe, dass man für eine deutsche Meile 4,5 Centner Kupferdraht braucht, so kann man leicht das Gewicht berechnen, welches ein Eisendraht haben müsste, um denselben Widerstand hervorzubringen wie bei einem Kupferdrahte. Es geht daraus folgende Proportion hervor: $4,5 \text{ Ctr.} : x = 8,9 : 7,8$ aufgelöst, gibt dasselbe 3,9 Ctr. für eine Meile, dieses mit dem Leitungswiderstande des Eisens multiplicirt, gibt für eine Meile 21,84 Ctr. Eisendraht. Berücksichtigt man nun den Kostenpunct, der für 1 Ctr. Kupferdraht = 85 fl. CM. und für 1 Ctr. Eisendraht = 18 fl. beträgt, so kann jeder meiner Leser selbst urtheilen, in wie weit es in finanzieller Hinsicht

*) Jene Zahl, die anzeigt, um wie viel grösser oder kleiner das Gewicht eines Körpers sei, als der eines angenommenen Wasserkörpers bei gleicher Temperatur und Volumen.

erspriesslich sei, Kupfer- oder Eisendraht zur Leitung zu nehmen. Wir sehen daher, welches ungeheure Gewicht an Eisen wir bedürfen, und man kann sich leicht die schwierige Handhabung desselben vorstellen. Auch hat Eisen, wenn es alt und verbraucht ist, keinen Werth, dann hat es zu grosse chemische Verwandtschaft zur atmosphärischen Luft, welche das Rosten schnell verursacht. Freilich ist der galvanische Strom ein sehr gutes Präservativmittel für den Rost, eben so Verzinnen oder Verzinken der ganzen Oberfläche des Drahtes, eben so das Firnissen mit rothem Ocker, und Bestreichen mit weisser Oelfarbe darüber. Auch Mittel gegen das Reissen hat man versucht: man wand nämlich 3—4 Drähte zusammen, aber doch bleibt die Kupferleitung vorzuziehen, so wie sie auch überall an jeder Staatstelegrafienlinie in Anwendung ist. Freilich werden in England und Amerika Eisenleitungen angewendet, aber dort steht der Kostenpunct im Vergleiche gegen Kupfer sehr gering. Auch hat man andere Mittel versucht, um den Draht zu ersparen, wenigstens die Hälfte desselben. So z. B. hat Hofrath Gauss den Vorschlag gemacht, die Geleise einer Eisenbahn als Rückleitung und Zuleitung des Stromes zu benützen; zeigt sich aber in der Praxis unausführbar, indem durch jeden verkehrenden Zug die Ketten geschlossen würden und dadurch unendliche Störungen erlitten.

Aber das Studium berühmter Männer, welche seit jeher unermüdete Forscher in diesem Zweige der Wissenschaft waren, hat diese Aufgabe nun herrlich gelöst; indem man, wie wir bereits wissen, den Strom seinen Rückweg durch die feuchte Erde nehmen liess. Wir müssen daher hoch in die Luft, oder tief in die Erde eindringen, oder auch beides zugleich, um die Mittel zu finden, die eine Leitung zwischen zwei entfernten Puncten herzustellen vermag. Wir haben daher die oberirdische Leitung auch offene oder Luftleitung, und die geschlossene oder unterirdische Leitung kennen zu lernen. Es ist erstaunenswerth, wie viel Fortschritte bis zum heutigen Tage in der Telegrafie gemacht wurden. Früher brauchte man zu jedem Zeichen zwei Leitdrähte. Amperre hatte 60 Leitdrähte, Sömring 30, Wheatstone 5, um eine Communication herzustellen. Gauss sagte, dass wenigstens zwei Leitdrähte erforderlich wären; jedoch wies Steinheil nach, dass dieses auch mit einem einzigen Leitdrahte geschehen könne, wenn nur die beiden Enden der Drähte, die in die Erde hinabgehen, mit hinlänglich grossen Kupferplatten versehen werden.

Sehen wir in der Figur 21 die Gauss'sche Leitung und denken uns bei T und W die entfernten Orte, wobei T im v □ der Apparat eines eingeschalteten Bureaus, und bei W die Batterie B verstanden ist, und durch den Draht a und b die Rück- und Zuleitung vorgestellt ist, so wird der $+$ Strom der Batterie in der Richtung des Pfeiles durch $□v$ gehen, und durch den Draht b wieder zum $-$ Pol der Batterie zurückkehren. Nehmen wir jetzt

aber die Figur 22 Steinheil's Leitung, wo daher der Draht b wegfällt, dafür bei c aber in die Erde geht, woran die besagte Platte P befestiget ist, und eben so bei d , so geht der Strom vom $+$ Pol über W und T durch $\square v$, über c nach der Erplatte P , von hier durch das feuchte Erdreich nach P' und von da nach d zum $-$ Pol der Batterie B zurück.

Von den Gesetzen einer offenen Leitung.

Um eine offene Leitung streng wissenschaftlich anzulegen, so wie auch dieselbe dann zu prüfen, muss man vorher mit den Gesetzen derselben vertraut sein. Diese sind folgende 6 Stücke:

1. Muss auf die Entfernung der Stationen Rücksicht genommen werden.

2. Müssen alle Einschaltungen oder deren reduzirte Widerstände bekannt sein.

3. Müssen bekannt sein die bessern so wie die schlechtern Isolirungsgrade der Kette, für den Stand der Witterung und die verschiedenen Stromkraft-Verluste, die sich durch schlechte Isolirung ergeben.

4. Muss die Stromquelle bekannt sein.

5. Der Zustand der Einschaltungen und der der Stromquelle.

6. Ein Factor, der sehr wichtig ist, nämlich die Erdleitung, unter welcher man bloss die Platten, die mit der Hauptleitung in Verbindung stehen, und in die Erde eingegraben sind, versteht. Es liegen verschiedene Angaben von mehreren Autoren, die viel über Electricität und electricische Telegrafie geschrieben haben vor, von denen wir aber nur zwei erklären wollen. Davon gibt der eine Autor diese kurze Andeutung, dass man bei einer Strecke von 46 geographischen Meilen 24 Sme'e'sche Elemente bedürfe, bei dem Querschnitte von 2,03 Millimetre des Kupferdrahtes. Für die Entfernung von 100 Meilen sollten aber 40 Elemente genügen, um dieselbe Stromkraft zu bezwecken. Jeder meiner Leser sieht wohl auf den ersten Blick ein, was für eine Unzahl von Elementen und was für ungeheuere Kosten dieselben verursachen würden. Dafür gibt uns aber Drescher eine solche Andeutung, die gerade nicht oberflächlich ist. Er sagt, wenn man für zwei Meilen mit zwei Daniell'schen Elementen eine hinreichende Stromkraft erhält, so braucht man für 10 Meilen bei gleicher Dicke des Kupferdrahtes 10 Elemente, d. h. wenn dieselbe Kraft in der ganzen Kette gleich bleibt, was aber wohl selten der Fall sein dürfte. Man sieht daher, dass es nöthig wird, durch irgend ein Instrument erst auszumitteln, welche Stromkraft genügen mag, um auf eine gewisse Entfernung einen Effect zu erzielen. Hat man eine bestimmte Länge gegeben, so bestimmt man die Stromstärke nach irgend einem von den uns schon bekannten Mess-Apparaten, und bezieht dann diese Daten auf die anderen Verhältnisse der Kette. Man hat sich bemüht, eine Versuchsreihe bei gleicher Drahtlänge,

verschiedenen Elementen bei Metall- und Erdleitung anzustellen, und ich will meine lieben Leser damit sogleich in nachstehender Tabelle bekannt machen.

Constante Ablenkung auf				Mit anderen Batterien und günstigeren Umständen
7.				24,2
Mit Elementen	M e i l e n.			
	3,5 Metallleitung	Metallleitung	7. M. Metallleit.	12,1 Metallleitung
	3,5 Erdleitung	—	7. M. Erdleitung	12,1 Erdleitung
Grade und Minuten jedweder Ablenkungen				
1	1° 15'	1° —	0°	2° 30'
2	3° 30'	3° —	1° 30'	4° —
3	5° 45'	5° 30'	2° 30'	— —
4	6° 15'	8° —	4° 30'	8° —
5	9° —	10° 30'	6° —	— —
6	13° 30'	15° 30'	10° —	12° —
11	22° 30'	— —	— —	— —
12	24° —	26° —	19° —	31° 30'
	a.	b.	c.	d.

Es handelt sich hier um den Effect und constante die Ablenkung, die man mit 1, 2, 3 bis 12 Elemente auf verschiedene Entfernungen beziehen könne. Es ist noch zu bemerken, dass in den Rubriken a, c, d die Rückleitung des Stromes durch die Erde geschah. Jeder wird aus dem eigenthümlichen Verhältnisse der Stromstärke zur Länge leicht einsehen, dass es nicht so leicht ist, eine bestimmte Andeutung darüber zu geben, oder ein Gesetz über dieses Verhalten aufzustellen. Es lässt sich nur diess mit Bestimmtheit sagen, dass die Stromstärke mit der Länge abnehme. Man hat auch schon mittelst nur zweier Danieli'schen Elemente auf eine Strecke von 54 Meilen einen Relais in Bewegung gesetzt. Auch auf 71 Meilen konnte man mittelst einer Sme'e'schen Batterie recht gut telegrafiren. Die Ursache liegt darin, dass man bis jetzt noch massive Stromquellen bei den Telegrafienlinien anwenden müsse, nicht sowohl wegen der Länge der Kette, als auch vielmehr des schlechten Isolirungs- und anderer Zustände wegen.

Anlage zur oberirdischen Leitung. Cohärenz des Materials.

Eine offene Leitung ist wie Jedermann leicht einsehen kann, jedem böswilligen Angriffe von Seite übel gesinnter Menschen, ebenso wie der Einwirkung von Seite der Natur ausgesetzt. Um dieselbe nun vor derlei Angriffen wenigstens in etwas zu schützen,

so muss man die Drähte in entsprechender Höhe auf Tragsäulen, die gut isolirt sein müssen, vor Berührung des Drahts, um jede etwaige Ableitung zu verhindern, über den Erdboden ausspannen. Hierbei kommen zu den schon betrachteten zwei Puncten, nämlich: so wenig als möglich Aufhängepuncte, und zweitens die beste Isolirung, auch noch drei andere Hauptpuncte in Betracht zu ziehen, und diese sind, erstens die Entfernung der Tragsäulen, und zweitens die Spannung, und endlich drittens ein Factor, der den bedeutendsten Einfluss auf den Draht ausübt, nämlich: die Temperatur, welche sich im Laufe des Tages, auch oft in einer Stunde ändert.

Entfernung der Tragsäulen.

Bei Anlegung der offenen Leitung handelt es sich für's Erste um die Trace und zweitens was für Isolatoren angewendet werden. Die Trace ist am besten längs den Eisenbahnen, weil die Aufsicht dort immerwährend ist, und auch längs den Strassen, und zwar im Banquette und nur im äussersten Nothfalle in den Strassengraben zu wählen. Auf Eisenbahnen ist die Distanz von den eisernen Schienen 2,2 Metre (6') strenge zu beobachten. Eben so sind die Säulen in möglichst gerader Linie aufzustellen, damit das Materiale an Draht, so wie an den Säulen und Isolatoren selbst gespart werde. Was die Isolatoren betrifft, so ist die Entfernung der Säulen bei Mündchen (Porzellan-Isolatoren) 47,4 Metre. Bei den Glockeniso-latoren (von Glas) aber nur 25,28 Metre zu wählen. Diese Distanz darf nur im Nothfalle vergrössert werden. Z. B. bei Flussübergängen, Bergklüften u. dgl. Unter Isolator versteht man hier das Mittel, den Draht vor der Berührung des Holzes zu schützen. Man wendet gewöhnlich dreierlei Gattungen an. Mondförmige oder Mündchen (Fig. 23) von Porzellan, meistens im Betriebe bei Eisenbahnen. Dann auch gewöhnlich glockenförmige oder Glocken-Isolatoren genannt, ebenfalls von Porzellan (Fig. 24), und endlich die hutförmigen oder Hut-Isolatoren, von grünem Bouteillenglas, inwendig hohl, um das Winkeleisen oder den Träger einzukitten (Fig. 25). (Am k. k. Staats-Telegrafen.) Die Eisen auf den Stangen haben die Form von Fig. 26, oder auch wie z. B. bei Felsenübersetzungen oder hervorstehenden Gemäuern, wie Fig. 27 zeigt. Die eisernen Träger müssen gut ausgeglüht, und dann schnell abgekühlt werden, damit ihre Sprödigkeit beseitigt wird. Eingekittet werden sie in die Isolatoren mittelst Werg, Leimwasser und Gyps.

Die Länge der Telegrafensäulen ist gewöhnlich 8 Metre (25'). Die Dicke der Säulen in der Mitte ist bei Tannenholz $4\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser. Bei Lerchen- und Fichtenholz aber 6 Zoll. Die Säulen selbst sind Gegenstand der Concurrenz; sie werden abgerundet, unten zugespitzt, oben schräg abgesägt, dann 5 oder 6 Schuh von unten nach aufwärts gekohlt, indem man sie über

zwei Zimmerböcke legt, unter denselben Feuer anmacht, und selbst die Säulen dann von Zeit zu Zeit umwendet. Ist diess geschehen, so werden die so gekohlten Säulen bis auf 1 Schuh aufwärts mit einer Mischung von $\frac{2}{3}$ Asfalt und $\frac{1}{3}$ Steinkohlentheer gut überstrichen, und zwar in der Dicke von drei Linien ($\frac{1}{2}$ Zoll). Es werden dann, indessen die Säulen gekohlt und übertheert werden, von den übrigen Arbeitern Gruben aufgeworfen, welche schräg ausgestochen werden, so wie die Fig. 28 zeigt, und eine Tiefe von 1,42 Metre (4 — 5 Schuh) haben müssen. Dann werden noch zwei Querhölzer in Form eines Kreuzes von 0,79 Metre Länge in die Säulen unten eingefalzt, und dann die Säulen selbst in die Gruben eingesetzt. Man mauert auch in neuerer Zeit die Säulen entweder in natürliche oder künstliche Steinkegel von 1 — 2 Metre Höhe und 1 Metre Durchmesser ein, welches auch viel zweckdienlicher ist. Wenn dieses alles geschehen ist, so geht man an die Befestigung der Isolatoren, und dann zur Spannung des Drahtes selbst.

Die Spannung.

Dieses Feld wäre ziemlich ausgedehnt, wenn man nach geometrischen Regeln dasselbe behandeln würde. Weil dasselbe aber auch im wirklichen practischen Leben ganz übergangen wird, so will ich auch nur dasjenige hier anführen, das sich auf die Praxis gründet und den kürzeren Weg zum Ziele führt. Es ist hier besonders die Cohärenz des Materiales in Betracht zu ziehen und daher auch das Beste, einen Kupferdraht zu wählen. Die Festigkeit (Cohärenz) des Materials hängt nun ab von den Eigenschaften des Metalls. Es gilt nicht gleichviel, ob das Metall gegossen, gewalzt, gehämmert oder in Draht gezogen, ob es langsam oder schnell abgekühlt wurde, ob die Masse chemisch rein ist oder nicht. Alle diese verschiedenen Zustände geben auch verschiedene Widerstände für die Zugkraft. Dieser Widerstand stammt daher, weil sich im Innern des Körpers selbst schon eine Kraft befindet, welche den Zusammenhang der einzelnen Theile vermittelt und die man Cohäsionskraft nennt. Wenn nun die Theilchen auf die Aggregate wirken, so kommt es darauf an, ob die Cohäsions- oder die Zugkraft stärker ist. Ist letztere Kraft stärker, so erleidet der Körper eine Form- und eine Volumsveränderung. Diese Fähigkeit der Körper heisst man nun die Elasticität, d. i. nach Einwirkung der Gegenkraft eine Form- und Volumsänderung anzunehmen und wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzukehren. Wirkt nun die Kraft über die Elasticitätsgrenze hinaus, so zeigt sich unser Material geschmeidig, d. h. es lässt ohne ein Trennen der Aggregate zu befürchten noch eine Formänderung zu. Dem letzten Acte der Trennung der Aggregate durch die Einwirkung einer der Cohäsion entgegengesetzten Kraft, setzt jeder Körper einen grösseren oder kleineren Widerstand ent-

gegen, den man seine Festigkeit nennt, und wo die Kraft in der Axen-Richtung wirkend, denselben seinen Längenfaser nach zu zerreißen strebt, heisst die absolute Festigkeit. Es ist nun die Festigkeit mit dem Querschnitte des Drahtes, eben so auch mit der Länge und dem ziehenden Gewichte im geraden, aber die Verlängerung mit dem Querschnitte im verkehrten Verhältnisse; endlich zweitens: Ist innerhalb der Elasticitätsgrenze die Formänderung der aufgewandten Kraft beinahe gleich, aber über die Elasticitätsgrenze hinaus nimmt unter Querschnitts-Veränderung die Cohärenz sehr rasch ab, und es erfolgt eine Trennung der beiden Theile. Nach dem bereits Gesagten wird nun jedermann selbst einsehen, welch ein wesentlicher Factor die Spannung an sich selbst sei. Man hat den sogenannten Krümmungspfeil *) wohl im Auge zu behalten. Je kleiner derselbe wird, desto grösser ist daher die Spannung. Man hat nicht immer Conservations-Vorrichtungen und Senkungsmesser bei der Hand, und hat daher zu sorgen, dass der Draht eine bleibende Einsenkung erhält, an der nichts mehr geändert zu werden braucht. Der Draht wird gewöhnlich so stark gespannt, dass der Krümmungspfeil 3 bis 4" (0,3 Metre) beträgt, oder besser gesagt, so stark ihn ein Mann spannen kann; denn des Drahtes Gewicht lässt an und für sich selbst schon keine Horizontal-Spannung zu, und man hat daher nur zu sorgen, dass der Krümmungspfeil nicht zu gross werde, damit nicht Stürme denselben hin- und herzuschlagen im Stande sind. Der Draht kömmt in 300 Metre langen Kränzen in Verwendung; also auf eine geografische Meile 314 Kilogramme Draht. Derselbe darf durchaus nicht gelöthet sein, muss daher aus einem Stücke bestehen und darf keinen Bruch oder sonstigen Fehler haben. Die Draht-Enden, d. i. die beiden Enden des Drahtes, welche mit einander fortlaufend verbunden werden, müssen innig zusammengefügt werden und eine reine metallinische Verbindung haben. Diess geschieht auf verschiedene Weise; erstens kann man beide Enden straff abbiegen und sie dann bis auf 26 Millimeter mit feinem unübersponnenen Kupferdrahte umwickeln, so wie es die Figur 29 zeigt. Später nahm man Kupferplättchen, verzinnte dieselben, bog sie wie Rinnen auf, legte den Draht, welcher früher zusammengelöthet wurde, darein, umwand ihn mit feinem Binddraht und verlöthete das Ganze mit Zinn. Jetzt aber in neuerer Zeit wendet man Klemmschrauben von Messing an. Durch diese Klammern werden nun die Drähte so durchgezogen, wie es die Figur 30 zeigt, die Enden straff abgebogen und dann durch die Druckschraube *a* mittelst eines Schraubenziehers fest angezogen. Dieser Draht wird dann 3 bis 4 Mal um den Hals des Isolators, wenn man solche Glocken- oder Hut-Isolatoren

*) D. i. die Mitte der Senkung des Drahtes zwischen zwei Tragsäulen.

zwei Zimmerböcke legt, unter denselben Feuer anmacht, und selbst die Säulen dann von Zeit zu Zeit umwendet. Ist diess geschehen, so werden die so gekohlten Säulen bis auf 1 Schuh aufwärts mit einer Mischung von $\frac{2}{3}$ Asphalt und $\frac{1}{3}$ Steinkohlentheer gut überstrichen, und zwar in der Dicke von drei Linien ($\frac{1}{2}$ Zoll). Es werden dann, indessen die Säulen gekohlt und übertheert werden, von den übrigen Arbeitern Gruben aufgeworfen, welche schräg ausgestochen werden, so wie die Fig. 28 zeigt, und eine Tiefe von 1,42 Metre (4 — 5 Schuh) haben müssen. Dann werden noch zwei Querhölzer in Form eines Kreuzes von 0,79 Metre Länge in die Säulen unten eingefalzt, und dann die Säulen selbst in die Gruben eingesetzt. Man mauert auch in neuerer Zeit die Säulen entweder in natürliche oder künstliche Steinkegel von 1 — 2 Metre Höhe und 1 Metre Durchmesser ein, welches auch viel zweckdienlicher ist. Wenn dieses alles geschehen ist, so geht man an die Befestigung der Isolatoren, und dann zur Spannung des Drahtes selbst.

Die Spannung.

Dieses Feld wäre ziemlich ausgedehnt, wenn man nach geometrischen Regeln dasselbe behandeln würde. Weil dasselbe aber auch im wirklichen practischen Leben ganz übergangen wird, so will ich auch nur dasjenige hier anführen, das sich auf die Praxis gründet und den kürzeren Weg zum Ziele führt. Es ist hier besonders die Cohärenz des Materiales in Betracht zu ziehen und daher auch das Beste, einen Kupferdraht zu wählen. Die Festigkeit (Cohärenz) des Materials hängt nun ab von den Eigenschaften des Metalls. Es gilt nicht gleichviel, ob das Metall gegossen, gewalzt, gehämmert oder in Draht gezogen, ob es langsam oder schnell abgekühlt wurde, ob die Masse chemisch rein ist oder nicht. Alle diese verschiedenen Zustände geben auch verschiedene Widerstände für die Zugkraft. Dieser Widerstand stammt daher, weil sich im Innern des Körpers selbst schon eine Kraft befindet, welche den Zusammenhang der einzelnen Theile vermittelt und die man Cohäsionskraft nennt. Wenn nun die Theilchen auf die Aggregate wirken, so kommt es darauf an, ob die Cohäsions- oder die Zugkraft stärker ist. Ist letztere Kraft stärker, so erleidet der Körper eine Form- und eine Volumsveränderung. Diese Fähigkeit der Körper heisst man nun die Elasticität, d. i. nach Einwirkung der Gegenkraft eine Form- und Volumsänderung anzunehmen und wieder in seine ursprüngliche Lage zurückzukehren. Wirkt nun die Kraft über die Elasticitätsgrenze hinaus, so zeigt sich unser Material geschmeidig, d. h. es lässt ohne ein Trennen der Aggregate zu befürchten noch eine Formänderung zu. Dem letzten Acte der Trennung der Aggregate durch die Einwirkung einer der Cohäsion entgegengesetzten Kraft, setzt jeder Körper einen grösseren oder kleineren Widerstand ent-

gegen, den man seine Festigkeit nennt, und wo die Kraft in der Axen-Richtung wirkend, denselben seinen Längenfaser nach zu zerreißen strebt, heisst die absolute Festigkeit. Es ist nun die Festigkeit mit dem Querschnitte des Drahtes, eben so auch mit der Länge und dem ziehenden Gewichte im geraden, aber die Verlängerung mit dem Querschnitte im verkehrten Verhältnisse; endlich zweitens: Ist innerhalb der Elasticitätsgrenze die Formänderung der aufgewandten Kraft beinahe gleich, aber über die Elasticitätsgrenze hinaus nimmt unter Querschnitts-Veränderung die Cohärenz sehr rasch ab, und es erfolgt eine Trennung der beiden Theile. Nach dem bereits Gesagten wird nun jedermann selbst einsehen, welch ein wesentlicher Factor die Spannung an sich selbst sei. Man hat den sogenannten Krümmungspfeil *) wohl im Auge zu behalten. Je kleiner derselbe wird, desto grösser ist daher die Spannung. Man hat nicht immer Conservations-Vorrichtungen und Senkungsmesser bei der Hand, und hat daher zu sorgen, dass der Draht eine bleibende Einsenkung erhält, an der nichts mehr geändert zu werden braucht. Der Draht wird gewöhnlich so stark gespannt, dass der Krümmungspfeil 3 bis 4" (0,3 Metre) beträgt, oder besser gesagt, so stark ihn ein Mann spannen kann; denn des Drahtes Gewicht lässt an und für sich selbst schon keine Horizontal-Spannung zu, und man hat daher nur zu sorgen, dass der Krümmungspfeil nicht zu gross werde, damit nicht Stürme denselben hin- und herzuschlagen im Stande sind. Der Draht kömmt in 300 Metre langen Kränzen in Verwendung; also auf eine geografische Meile 314 Kilogramme Draht. Derselbe darf durchaus nicht gelöthet sein, muss daher aus einem Stücke bestehen und darf keinen Bruch oder sonstigen Fehler haben. Die Draht-Enden, d. i. die beiden Enden des Drahtes, welche mit einander fortlaufend verbunden werden, müssen innig zusammengefügt werden und eine reine metallinische Verbindung haben. Diess geschieht auf verschiedene Weise; erstens kann man beide Enden straff abbiegen und sie dann bis auf 26 Millimeter mit feinem unübersponnenen Kupferdrahte umwickeln, so wie es die Figur 29 zeigt. Später nahm man Kupferplättchen, verzinnte dieselben, bog sie wie Rinnen auf, legte den Draht, welcher früher zusammengelöthet wurde, darein, umwand ihn mit feinem Binddraht und verlöthete das Ganze mit Zinn. Jetzt aber in neuerer Zeit wendet man Klemmschrauben von Messing an. Durch diese Klammern werden nun die Drähte so durchgezogen, wie es die Figur 30 zeigt, die Enden straff abgebogen und dann durch die Druckschraube *a* mittelst eines Schraubenziehers fest angezogen. Dieser Draht wird dann 3 bis 4 Mal um den Hals des Isolators, wenn man solche Glocken- oder Hut-Isolatoren

*) D. i. die Mitte der Senkung des Drahtes zwischen zwei Tragsäulen.

hat, geschlungen, und so zwar, dass er die entsprechende Senkungshöhe in Betreff der Temperatur erhält.

Die Temperatur wirkt, wie schon einmal bemerkt wurde, bedeutend auf die Ausdehnung des Drahtes. Im Sommer ist es die Wärme, welche den Draht bedeutend verlängert, im Winter wieder Schnee, Kälte, Eiszapfen, welche den Draht nicht nur straffer anspannen, sondern auch noch obendrein sein Gewicht bedeutend vermehren; im Herbste sind es wieder die Nebel und salzhaltigen Feuchtigkeiten und Niederschläge, welche den Draht belasten, daher sich derselbe auch auf ganz eigenthümliche Art verhält. Es ändert sich oft im Laufe einer Stunde die Temperatur und somit die Ausdehnung oder Zusammenziehung des Drahtes. Man nennt nun diese Zahl, welche angibt, um den wievielten Theil seiner ursprünglichen Länge sich der Körper ausgedehnt hat, bei der Temperatur von 0° bis 100° den Ausdehnungs-Coëfficienten der Länge. Heisst man nun diese Grösse $= A$ und die ursprüngliche Länge des Körpers $= l$ und die Grösse der Ausdehnung $= G$ für 0° bis 100° , so entsteht die Formel $A = \frac{l}{G}$. Innerhalb der Temperaturgrenze ist die Ausdehnung der Wärmersteigerung proportional. Will man sie für einen Grad wissen, so setzt man nur die Gleichung an: $1^{\circ} : A1 = A : x$. Setzt man nun diesen Quotienten, der sich hier ergibt, $= K$, und man hätte z. B. Eisendraht zu berechnen, so ist für denselben $A1 : \frac{A}{100} = K : \frac{0,00144010}{100}$ und $= 0,0000144010$, oder wenn man den Decimalbruch als gemeinen behandelt, der Werth für $K = \frac{1}{69400}$. Eben so ergibt sich der Werth für Kupfer oder was immer für ein Metall. Aber ausser dieser Längen- oder linearen Ausdehnung erfährt der Körper noch zwei Ausdehnungen, nämlich erstens eine Flächen- oder Volums- und zweitens eine Inhalts- oder cubische Ausdehnung. Nimmt man den Coëfficienten der Länge zwei Mal: so ist derselbe gleich dem Coëfficienten der Fläche, und nimmt man denselben drei Mal, so ist derselbe gleich dem Coëfficienten des Inhalts.

Vergleicht man die Längen zweier Körper bei verschiedener Temperatur und benennt dieselben wie folgt:

Die erste Temperatur $= T$, die andere Temperatur $= t$.

Die entsprechende Länge $= L$, die zweite Länge $= l$.

Das Volumen $= V$, das zweite Volumen $= v$.

Den Ausdehnungscoëff. $= K$, den Coëfficienten der Länge $= k$,

so entsteht die Formel für die Volum-Ausdehnung $\frac{L = 1 + K \times T}{l = 1 + k \times t}$

oder $\frac{V = 1 + K \times T}{v = 1 + k \times t}$.

Betrachtet man nun eine solche Luftleitung näher, so sieht man, dass die unvollkommene, so viele Nebenschliessungen hervorbringende Isolirung, dann der alles zerstörende Einfluss von Naturereignissen, bösen Menschen u. s. f., die Sicherheit dieser offenen Leitungen sehr gefährden, was doch der Hauptzweck der Telegrafie ist. Es lässt sich wohl einigermaßen diesen Uebelständen begegnen, es lässt sich die Bosheit der Menschen durch scharfe Gesetze oder durch ein entsprechendes Aufsichtspersonal bezwingen, aber wir treffen auch noch auf andere Uebelstände, denn je besser die Leitung isolirt ist, desto grössere Störung bringt die Luftpolelectricität hervor; nicht allein im Sommer bei Gewittern, sondern auch bei Schnee und drückender Atmosphäre, besonders in Gebirgsgegenden. Eben so verursacht der Blitz unberechenbaren Schaden, indem er nicht nur alle Apparate und Leitungen zerstören, sondern auch das Leben der dabei betheiligten Personen gefährden kann. Zweitens werden die Tragsäulen durch die Länge der Zeit verwittert, und man muss sie gegen neue austauschen, was dem Staate sehr vielen Schaden verursacht; denn es kosten für eine Meile, d. i. 24,000 Fuss, die Tragsäulen allein 110 Thaler, die Stützungsseisen der Isolatoren 45 Thaler und die Isolatoren selbst 35 Thaler. Man sieht also leicht ein, wie wünschenswerth es sei, auf andere Mittel zu denken, um diesem Uebelstande abzuhelpen, obwohl es sehr schwer hält, dieses zur Genüge auszuführen.

Unterirdische Leitung.

Man hat daher versucht unter dem Boden die Leitung fortzuführen. Bei den vorhin besprochenen Uebelständen sieht man leicht den Vorthail ein, den eine unterirdische Leitung gewährt, indem dieselbe nicht nur den Augen des Pöbels entzogen, sondern auch vor den Einflüssen der Witterung und Gewitter geschützt ist und dabei keiner Aufsicht bedarf, wenigstens von keinem gar so grossen Personale. Es war dieses ein Problem, an welchem der Scharfsinn so vieler Männer scheiterte, und erst im Jahre 1846 gelöst wurde. Aber hier treten wieder aufs Neue zwei Schwierigkeiten in den Weg. Erstens den Draht vom feuchten Erdreich isolirt zu halten und zweitens die schadhaften oder etwa sich ergebenden Bruchstellen leicht und schnell aufzufinden.

Jakobi hatte zwischen Petersburg und Zarskoe-Selo eine unterirdische Leitung angelegt. Breguet, der auch mit einem solchen Auftrage beschäftigt war, wandte sich daher an Jakobi, um ihm dabei etwas in die Hand zu gehen, und seine Antwort war folgende: „Es ist eine der verdriesslichsten Aufgaben meines Lebens, dass ich mich mit dieser Leitung befasst habe; jedenfalls bleibt die Leitung in der Luft nur ein einstweiliger Nothbehelf, denn die wahre vollkommene Weise einer Telegrafienleitung liegt in der Fortleitung der Drähte unter der Erde; wenn

es sich nur um kleine Entfernungen, z. B. 400 — 500 Metre handelt, finde ich in keinem Fall grosse Schwierigkeiten; aber um auf weite Entfernungen dieselbe vollständig gut zu legen, wird sich noch manches Talent beschäftigen müssen, bis dieses nach Wunsch vollkommen gelingt.”

Jakobi, Breguet, Wheatstone und Braun haben die Leitung in hölzernen Rinnen versucht, die mit Harz ausgegossen wurden. Andere haben die Drähte mit Baumwolle, Zwirn oder Wachs umwunden, sie mit Firniss getränkt und haben so auf diese Art den Strom bis auf 1 Kilometre (1000 Metre) gebracht. Jacobi nahm 2 — 3 Meter lange Glasröhren, deren Wanddicke 2 — 3 Millimetre betrug; die Enden liess er abschleifen und verband sie mit Kautschukröhren, legte sie 0,5 Metre tief in den Boden, zuerst auf ausgehöhlte Ziegel, dann in Sand, dann in eichene Holzkohlen; die leeren Zwischenräume füllte er mit Kitt aus (Mischung von Gyps und Talg), nachdem er diese Glasröhren vorher in eine hölzerne Rinne legte und sie durch einen Deckel verschloss.

Dass dieses System äusserst kostspielig, umständlich und wenig dauerhaft ist, und bei eintretendem Springen einer Glasröhre nicht mehr isolirt, diess leuchtet wohl auf den ersten Blick ein. Erst in neuerer Zeit ist es gelungen, durch den Scharfsinn des preussischen Lieutenants W. Siemens mittelst der Gutta-Percha *) einen dem Kautschuck verwandten Baumsaft, die er sich über Java, Singapore, China über England bringen liess, die damit umspinnenen Drähte von der Erde gehörig isolirt zu halten. Freilich ist diess mit grösseren Kosten verbunden, aber entspricht in jeder Art dem telegrafischen Zweck zur vollkommensten Zufriedenheit. — Das Terrain ist hierbei so zu wählen, dass es kein Hinderniss bietet. Nachdem man den Draht nach der Prüfung **) für gut und tauglich befunden hat, legt man denselben in die Erde und zwar in Gruben, die $2\frac{1}{2}$ bis 3 Schuh tief und 1 Schuh breit sind. Man hatte nun verschiedene Methoden zur Einbettung der Drähte vorgeschlagen. Erstens die Gutta-Percha ganz bloss zu legen; da ging sie aber in eine weisse Farbe über. Diesem Uebelstande suchte man dadurch zu begegnen, dass man die Gutta-Percha mit einer Mischung von Marineleim, Steinkohlentheer und Colofonium bestrich. Später aber verwarf man diese Umhüllung und suchte den Draht in den blossen Erdboden zu legen. Hier stiess man aber wieder auf dreierlei Hindernisse. Erstens die Feuchtigkeit des Erdbodens, zweitens der Druck, der von Oben aus auf den Draht ausgeübt wurde und drittens die

*) Die Abstammung der Guta-Percha nebst der Beschreibung ihrer Bearbeitung folgt im nächsten Kapitel.

**) Auch die Prüfung derselben ehe sie in die Erde kommt, wird im Kapitel von der Gutta-Percha ausführlich beschrieben.

Nagethiere. Der Druck lässt sich nun recht gut beseitigen, indem man für eine solide Unterlage und ebenfalls für wenigstens 1 Schuh solide Deckung zu sorgen hat. Was die Feuchtigkeit und die Nagethiere betrifft, so griff man, als man sich überzeugte, dass durch die Länge der Zeit bedeutende Isolirungsfehler vorkommen, zu andern Mitteln. Man nahm hydraulischen Kalk und bettete den Draht darein; der Kalk zieht nach 5 bis 6 Stunden an und wird so fest, dass er sogar den Fingereindrücken widersteht. In längerer Zeit, 4—5 Monaten, erfolgt die gänzliche Erhärtung desselben. Aber auch in diesen Fällen muss durch weiche Deckung gesorgt werden, um den Druck zu beseitigen. Um sich nun diese Sache bestmöglichst zu erleichtern, so hat Professor Steinheil uns ein Mittel an die Hand gegeben. Man kann nämlich mit ganz gleichem Kostenpreise eine Leitung von Ziegeln herstellen, welche in der Seitenansicht die Form wie Figur 31 zeigt, haben, sie müssen gut und fest gebrannt sein. Von der Oberfläche aus gesehen, haben sie eine Rinne *c*, Figur 32, in welche der Draht dann gelegt und mit Zement (Mörtel) ausgefüllt wird. Da es sehr wünschenswerth ist, einerseits mit einfachen Formen auszureichen, anderseits die vielen Verbindungen aus einer Leitung hinauszubringen, so bedient man sich der schon bekannten Klemmschrauben mit dem besten Erfolge. Die aus den Schrauben herausreichenden Drahtenden werden dann umgebogen und mittelst erhitzter Gutta-Perchamasse in der Form, wie die Figur 33 zeigt, umhüllt. Aber auch hierbei ist sehr grosse Sorgfalt zu verwenden. Eine zu geringe Erwärmung hat die Folge, dass sich die Theile nicht innig an einander anschmieden, und eine zu starke Erhitzung verbrennt den Fleck der Masse und es dringt dann die Feuchtigkeit des Erdbodens sehr leicht durch. Man kann aber auch Bänder anwenden, die sich innig an die Masse anschmiegen, wie z. B. gegenwärtig in Preussen.

Weil der Draht aber auf dem Transporte, so wie auch durch den Muthwillen bösgesinnter Menschen leiden kann, so unterzieht man ihn, ehe man die Leitungsgrube zuwerfen lässt, noch einer Prüfung, dadurch, dass man untersucht, ob der Draht vollkommen isolirt ist und ob derselbe vollkommen leitet. Dieses geschieht auf folgende Weise: Vom $+$ Pol der Batterie *B* (Figur 34) geht ein Draht *d* in die Erde und formirt durch die darin befindliche Platte *P 1* eine Erdleitung; der zweite Pol der Batterie *B* steht mit einem Galvanometer *G* in Verbindung durch den Draht *o*. Der zu prüfende Erddraht *E* steht ebenfalls mit dem Galvanometer *G* in Verbindung. Nun sind hier dem Strome zwei Wege geboten. Im ersten Falle geht der Strom vom $+$ Pol der Batterie *B* durch den Draht *d* zur Erdplatte *P 1*, von da durch die Erde fort, und kommt zu keinem Schluss: es kann daher im Galvanometer *G* keine Ablenkung erfolgen. Denkt man

sich aber bei *a* eine fehlerhafte Stelle, so bildet sich bei *a* gleichsam eine zweite Auffangsplatte *P2* und der Strom geht dann durch *a* durch den Draht *E* zu *G* durch *o* zum — Pol der Batterie zurück, und bringt in *G* eine Ablenkung hervor. Ist z. B. die Stelle, so die Unterbrechung veranlasst, verborgen, also unbekannt, so geht man einfach dabei so zu Werke, dass man nicht gleich beliebige Stellen aufgräbt, sondern bei einer angezeigten Verbindungsstelle des Gutta-Perchadrahtes die Ader entzwei schneidet und so von zwei Seiten aus, bald von der einen, bald von der anderen aus untersuchen kann. Man hat dafür zu sorgen, dass man bei derlei Prüfungen nicht bis in Extreme übergehe und überhaupt viele Verbindungen beseitige, indem jede auch noch so gute Verbindungsstelle an und für sich schon eine kleine Abweichungsstelle bietet. Daher ersetzt man lieber, ehe man viele Zerschneidungen vornimmt, die Ader durch ein ganz neues Stück. Hat man auf diese Weise die Fehler nun verbessert, so sieht man dann erst auf die vollkommene Leitung der Kette dadurch, dass man statt des Galvanometers eine Tangentenbussole einschaltet, um sich durch die Ablenkung der Nadel von dem vollständigen Ganzsein des Drahtes und der Leitung zu überzeugen. Im Sommer geht diess viel leichter als im Winter. Wenn es sich nur um die Continuität des Stromes handelt, so braucht man nur eine Erdleitung herzustellen. Man sieht dann genau wie der Stromweg selbst geht; nämlich durch die Erde und wieder zum Pole der Batterie zurück. Aber die Hauptsache bei diesen Versuchen bleibt immer, die Bussole nach streng wissenschaftlichem Grundsatz aufzustellen (Siehe Tangentenbussole). Die Ablenkungen sind sehr verschieden und variiren nach der Jahreszeit, dem Wetter, nach den jeweiligen Instrumenten u. a. m. Einzelne Adern, wenn sie gut sind, geben sehr wenig Ablenkung. Eine Strecke von $\frac{1}{2}$ Meile zeigt bei günstigen Verhältnissen an einer empfindlichen Bussole 1 — 3° Ablenkung. Für grössere Entfernungen sind die Ablenkungen nicht gleich. Auch die Zeit übt Einfluss auf dieses Mass, denn es zeigt nach 2 — 3 Monaten dieselbe Bussole für eben die Strecke von $\frac{1}{2}$ Meile 10 — 15° Ablenkung. Strecken von 2 — 3 Meilen geben 24 — 30° Ablenkung. Um derlei Untersuchungen anzustellen, ist im Nothfalle, wenn keine Tangentenbussole vorhanden ist, auch jede einfache Bussole und jeder Voltameter anwendbar; nur ist der Fall zu beachten, dass man bei letzterem Instrumente mit schwachen Strömen nicht ausreicht und daher starke Ströme haben muss. Diess genüge über die unterirdische Leitung. Auch muss ich hier noch eines kleinen Instrumentes erwähnen, welches in jedem Telegrafembureau eine äusserst wichtige Rolle spielt. Es ist diess das sogenannte Prüfungsgläschen oder Zersetzungsfläschchen. Figur 35 zeigt ein solches Glas, in welchem am Boden *ab* ausserhalb desselben eine runde Kupferplatte befestigt ist, durch welche bei *oo* zwei Zink-

stifte oder zwei Platinstifte *cd* bis gegen die Hälfte des Glases ragen, das mit Kochsalzlösung gefüllt wird, weil der schwächste Strom schon im gesäuerten Wasser eine grössere Zersetzung hervorbringt als im naturreinen Wasser. Will man nun eine Prüfung z. B. wie in der Zeichnung ersichtlicher gemacht ist (siehe Figur 36), auf Leitungsunterbrechungen machen, so geht man dabei folgendermassen sehr einfach zu Werke:

Man füllt sich das Zersetzungsfläschchen *F* bis über die Zinkstifte *cd*. Wenn nun *A* den Apparat der einen und *B* den Apparat der anderen Station vorstellt, *E1* die Erdleitung in *A* und *E2* die Erdleitung in *B*, *a* und *b* die Luftleitung, *K* die Batterie und *F* das Zersetzungsgläschen, so kann sich jeder selbst einen Begriff machen, wenn die Leitung ganz ist, dass hier im Fläschchen *F* eine starke Gasentwicklung eintritt; während bei einer etwaigen Unterbrechung kein Strom aus der Batterie *K* ausgehen kann, weil derselbe keinen Schluss findet. Der + Strom wird im ersten Falle von der Batterie *K* durch die Luftleitung in den Apparat, von da durch *b* nach *B* durch den Draht *c* zur Erdplatte *E2* durch die Erde nach *E1* in das Fläschchen *F* von dem Zinkstifte *d* nach *c* durch das Salzwasser bei *ol* heraus und zum — Pol der Batterie gehen, und es geht die Gasentwicklung vor sich.

Zehnter Abschnitt.

Von der Guta-Percha, deren Bereitung und Prüfung in Rücksicht auf Isolirung.

Die genauere Angabe über diesen Stoff verdanken wir dem Assisenrathe Doctor von *Montgomeri* im Jahre 1842. Sie ist ein Artikel, der von *Java*, *Singapore*, theils über *China*, theils über *England* durch Handel zu uns kam. Die Asiaten benützten diesen Stoff zu Reitpeitschen und Axtstielen, verwendeten denselben zu allerlei Trinkgeschirr, Stiefelsohlen, Messerscheiden u. dgl.

Dieser Stoff ist ein in dicken Massen vegetabilische Stoffe in sich schliessender Saft von dem Baume *Isonantra gutta* auch *gutta tuba* genannt, aus der Classe der Sabodazäen, erreicht ein Alter von 150 Jahren, hat einen Umfang von 2 — 3 Metre, wird roh gefällt, der daraus fliessende Saft in Behälter gesammelt, wo er dann an die Luft gebracht, in kurzer Zeit darauf erstarrt. Man erhält von einem Baume 20 bis 30 Pfd. Saft. Das Materiale ist von schmutzigweisser Farbe, lederartig, in dicken Stücken

undurchsichtig, dünne aber hornförmig, durchscheinend, zeigt ein faseriges Gewebe, und hat ein specifisches Gewicht von 0,979, ist also leichter als Wasser, aber schwerer als Kautschuk. Seine Consistenz ist bei verschiedener Temperatur auch verschiedenartig. Bei gewöhnlicher Temperatur ist er steif, bei 50° Celsius weich, bei 70 — 80° knetbar plastisch, so zwar, wenn man zwei Stücke aneinander drückt, sich dieselben wie angeschmolzen zeigen. Er scheidet im Wasserdampf sein Wasser ab. Der Stoff verhält sich gegen alle gewöhnlichen Lösungsmittel indifferent, ausgenommen gegen Terpentin, Federharz u. s. w. In concentrirter Schwefelsäure verkohlt er allmählich. In Salpetersäure erleidet er eine Oxydation. Ausser der Eigenschaft der Bildsamkeit der Gutta-Percha, hat sie noch diese, dass sie im reinen trockenen Zustande die Electricität am besten zu isoliren vermag; welcher Umstand den preussischen Lieutenant Siemens veranlasste, die obschwebende Frage zu lösen. Dem ersten günstigen Resultate folgten bald umfassendere Arbeiten. Im Jahre 1847 wurde eine Versuchsleitung im Herbste von 1 Meile, und dann im Frühjahr darauf von 2½ Meile angelegt. Die erste Methode die Drähte mit Gutta-Percha zu bekleiden, war sehr mangelhaft. Man walzte diesen Stoff nämlich in Formen von zwei schmalen Rinnen um den Draht. Es war aber diese Verbindung nicht vollständig. Es bildeten sich Canäle, die Bodenfeuchtigkeit konnte an den Draht gelangen und er verlor seine ursprüngliche Festigkeit. Diese Uebelstände drängten zur Ersinnung von Mitteln, eine vollständigere Bekleidung zu ermöglichen. Siemens entwarf mit Halske nach Bruckner und Roberts Maschinerien, wodurch die Umhüllung durch Pressung bewerkstelligt wird. Es scheint noch bis jetzt nur ein wenig gelüfteter Schleier darüber zu hängen, den die Industrie nicht fallen lassen kann oder will. Was sich auf Umwegen erhaschen liess, folgt hier getreulich nach. Der Vorgang der Umpressung besteht erstens in der Reinigung, zweitens in der Entwässerung, drittens in der Schwefelung, viertens in der Vulcanisirung, endlich fünftens in der Pressung und Prüfung der Drähte. Für eine Meile reichen ungefähr 224 Kilogramme Rohstoff aus. Die Massen werden zerschlagen und man findet dabei schwärzliche, graue und lichtgelbe Stücke. Die von schwärzlichem und lichtgelbem Ansehen lassen auf die Krankheit der Pflanze schliessen und werden daher ausgeschieden. Dann geht es an die

I. Reinigung. Diese ist ein mehr oder minder Schlemmprocess. Die Stücke werden kalt oder warm in Holzbottiche eingeweicht, um Kohlen, Sand u. dgl. zu entfernen. Dann werden die Schiefer in rohem Zustande zerrissen und in Rauwalzen geworfen, um den noch übrigen Schmutz auszuschleudern. Man lässt dann diese Stücke über 60° erhitzte Walzen gehen, durch welchen Vorgang die Unreinigkeiten vollends herausgebracht wer-

den, und die Cohärenz der Flocken herbeigeführt wird. Hierdurch entstehen sackleinwandartige Zeuge von äusserst faserigem Gewebe und zerklüftetem Ansehen. Jetzt geht es dann an die

II. Entwässerung. Hierbei werden diese Zeuge auf heissen Cylindern verarbeitet. Hier erleidet der Stoff eine Farbenänderung, und zwar in dunklere Nuancen als der Urstoff besitzt. Nach einiger Zeit, während welcher der Arbeiter die Tafeln vom untern Cylinder, an welchen sie aufkleben, wieder abreisst und gegen die Mitte in einen Kuchen, der durch den Walzengang immer wieder geglättet wird, zusammenzuschlagen hat, wird die Masse röthlich braun. Nach vollständiger Entwässerung aber, die nach einer Stunde erfolgt, ist die Masse vollständig schwarz. Es enthalten gewöhnlich 9 Gewichtstheile Gutta-Percha 1 Gewichtstheil Wasser, also 9:1.

III. Schwefelung. Es wird eine gewogene Quantität Schwefelpulver auf die Masse gestreut, dieselbe zusammengeslagen und mehrere Male zur besseren Vermengung durch die Walzen gezogen. Die Masse wird lichtgrau, man nimmt oft einzelne Schwefel-Aggregate an ihr wahr, was aber in der Regel nicht sein darf. Die Masse wird dann abgerissen, auf Zinkplatten gekühlt, in Brode geformt und der Vulcanisirung unterzogen.

IV. Vulcanisirung. Diese geschwefelte Masse kommt in einen Hochdruck-Kessel, der einen Druck von 8 atmosphärischen Graden entspricht. Hier geht die Gutta-Percha eine chemische Verbindung mit dem Schwefel ein, wahrscheinlich durch Vermittlung des Wasserdampfes und verliert den letzten Grad von Feuchtigkeit. Die dabei entwickelten Dämpfe, die sich durch diesen Process in der Werkstätte verbreiten, werden durch Ventilatoren entfernt, weil dieselben sehr nachtheilig auf die Gesundheit einwirken. Man presst dann diese vulcanisirte Masse in Blechschalen, um die Luftblasen zu beseitigen; dann geht man an die

V. Umpressung. Es wird die Masse, ehe sie in den Presscylinder kommt, bis auf $90-100^{\circ}$ in einem Wasserbade vorgewärmt, dann kommt dieselbe in einen Dampfeylinder, der 2,6 Centimetre lang und 2 Decimetre weit ist und durch Dampf vor Abkühlung geschützt wird. Eine 8 Centimetre dicke Schraube drückt einen Kolben mit einer Kraft von 10 Pferden in die Masse. Durch dieses wird die Masse durch ein conisches Mundstück am oberen Theile des Dampfeylinders hinausgedrückt, und zieht den in ihrer Mitte in einer eigenen Rinne sich befindlichen Draht mit sich fort, sich eng und fest an ihn anschliessend. Die Rinnen, deren manchmal 10 bis 12 sind, um eben so viele Drähte auf einmal zu umpressen, haben einen 3 Mal grösseren Durchmesser als der Draht selbst. Dieser muss aus reinem russischen Paskokupfer bestehen und eine Länge von 160 bis 170 Metre haben, muss weich sein und einen Durchmesser von 1,9 — 2,5 Millimetre haben: darf keinen Bruch und keine Löthstelle besitzen, und

wird, ehe er der Umpressung übergeben wird, auf Spulen aufgewunden. Die Fortrückung des aus dem Cylinder mit Gutta-Percha umkleideten Drahtes ist in einer Minute 26 Millimetre ($\frac{2}{3}$ Zoll). Wenn dann die Drähte aus dem Dampfcyylinder kommen, lässt man sie zur Abkühlung über nasse Schwämme und durch Leinwand gehen; wenn sie schon mehr Festigkeit besitzen, über nasse Rollen, wo sie aufgewunden und der Prüfung und Ausbesserung unterzogen werden. Dieses besteht darin, dass man an den schadhaften Stellen mittelst erhitzter Eisen, die aber nicht zu stark heiss sind, und erwärmter Stücke, von der Masse selbst eine frische Belegung anbringt.

VI. Prüfung auf Isolirung. Es kommen, so viel auch Sorgfalt bei Umpressung der Drähte verwendet wird, dennoch schadhafte Stellen vor. Die ersten Adern enthalten viel Luft. Es bilden sich die Gase, die in der Dampfbüchse entwickelt werden zu Bläschen, die vor dem Mundstücke mit Knall zerspringen und auch die Umbüllung dünner wird, den Draht bloss legt, denselben porös macht und an dieser Stelle der Feuchtigkeit der Erde Durchgang gestattet, wodurch viele Nebenschliessungen entstehen. Je mehr nun solche Blasen in der plastischen Masse selbst sind, desto mehr zeigen sich fehlerhafte Stellen in der ungepressten Ader. Es bleibt daher den Fabrikanten, die diesen Stoff liefern, in ihrem eigenen Interesse nichts anderes übrig, als die schadhaften Stellen selbst auszubessern. Es geht dabei eine ganz eigene, aber höchst einfache Prüfung vor sich, und beruht auf dem einfachen Vorgange, dass man dem Strome zwei Wege bietet. Der erste, der nicht vollkommen schliesst und daher dem Strome keinen Kreislauf gestattet, und der zweite, der kürzere Weg, welcher dadurch hergestellt wird, dass die fehlerhafte Stelle den Kreislauf des Stromes ermöglicht. Sobald der Kreislauf durch die fehlerhafte Stelle angezeigt wird, so muss man sorgen, auch denselben unseren Sinnen wahrnehmbar zu machen. Man nimmt zur Ausführung dieses zu physiologischen und mechanischen Mitteln seine Zuflucht. Bei Prüfungen, die in den Fabriken vorgenommen werden, benützt man die physiologischen Wirkungen der Kette. Ein Arbeiter wird dem Stromkreise ausgesetzt, dadurch, dass man ihn in den Lauf des Stromes bringt. Dazu gilt als die einfachste beste Methode die, dass man einen Inductions-Apparat *I* (Figur 37) einschaltet. Der Arbeiter taucht nun die eine Hand in das Gefäss *G*, das mit gesäuerter Flüssigkeit angefüllt ist, während er mit der zweiten Hand den Conductor *C* berührt. Hier sind natürlich dem Strome zwei Wege geboten; der erste, wenn sich keine fehlerhafte Stelle zeigt, der zweite, wenn man sich bei *a* den schadhaften Theil des Drahtes denkt. Im ersten Falle nimmt der Strom folgenden Weg: durch den im Inductions-Apparate erzeugten Strom geht derselbe auf die erste Trommel *T1* in der Richtung des Pfeiles

durch G auf die zweite Trommel T_2 und durch den Draht dann fort. Die Kette ist nicht geschlossen und der Strom findet ebenfalls keinen Schluss, und es kann daher auch keine Wirkung erfolgen. Im zweiten Falle, wo z. B. bei a die schadhafte Stelle ist, wird die Kette durch den Leib des Arbeiters selbst geschlossen und der Strom geht nun den kürzeren Weg, und zwar aus I durch T bis zu a , von hier aus aber durch den Leib des Arbeiters nach dem Conductor C und zum Inductions-Apparat I wieder zurück. Der Arbeiter erhält nun durch das Schliessen und das Wiedertrennen der Kette empfindliche Stösse, die ihn auf den Fehler aufmerksam machen. Eine zweite Methode ist die aus der Beschreibung des Herrn Sectionsrathes von Steinheil, welche von Doctor Scheller in seinem Werke über Telegrafie deutlich beschrieben ist. Diese Methode ist der ersten ganz gleich, nur mit dem Unterschiede, dass hier eine Batterie zwei Gefässe mit gesäuertem Wasser, drei Metallplättchen als Zuleitung und ein Electromagnet benutzt wird. Dass, was bei der ersten Methode der Arbeiter empfindet, das gibt bei der zweiten Methode der Electromagnet durch das Anziehen des Ankers zu erkennen. Es ist, wie schon einmal gesagt, eine Hauptbedingung bei der Prüfung, dass, nachdem die schadhaften Stellen im Drahte aufgefunden sind, das Hauptaugenmerk darauf gerichtet wird, dass ein inniges Anschmiegen der Masse an die fehlerhaften Stellen statt finde. Es ist daher nach jedesmaliger Ausbesserung auch die Prüfung zu wiederholen, so lange bis sich kein Fehler mehr vorfindet. Nach dieser Prüfung folgt aber eine ganz anderer Art. Man will nämlich die kleinsten und feinsten Isolirungsfehler ermitteln und sich sicher stellen, ob das Fabrikat jene erforderliche, für unsere Zwecke nothwendige Güte habe. Dazu werden nun die allerfeinsten Galvanometer bei 12000 Umwindungen und astatischen Nadeln gebraucht, und dabei die Nadel für eine gewisse Anzahl Schwingungen regulirt. Die Einschaltung ist der zu prüfende Draht, dann eine Batterie und das Galvanometer. Die Figur 38 zeigt eine solche Prüfung deutlicher. W ist die Wanne mit der gesäuerten Flüssigkeit, R die Drahtrolle, die in der Flüssigkeit liegt und dessen ein Drahtende mit dem $+$ Pol der Batterie B in Verbindung steht, während das zweite Ende b aus der Wanne frei heraushängt. Der $-$ Pol der Batterie steht nun mit dem Galvanometer G in Verbindung durch die Klemmschraube 1. An der Klemme 2 ist wieder ein Draht d eingeklemmt, welcher in eine kleine Metallplatte P endet, und in die Wanne W zu liegen kommt. Ist nun der Draht fehlerlos, so geht der Strom vom $+$ Pol der Batterie B nach W durch R herum, bei b hinaus, kann also keinen Kreislauf vollbringen, daher auch keine Wirkung am Galvanometer hervorbringen, weil unter diesen Umständen eigentlich gar kein Strom aus der Kette gehen kann.

Denkt man sich aber in a in dem Drahte eine fehlerhafte Stelle, so ist der Stromweg durch diese Stelle selbst geschlossen und der Strom geht vom $+$ Pol nach WR , bei a durch die Flüssigkeit zur Platte P , durch den Draht d zum Galvanometer G , wo er eine Ablenkung der Nadel bewirkt, und von hier nach der Batterie B wieder zurück. In der Regel ist ein Draht, der auf eine Meile $\frac{1}{250}^0$ Stromverlust bietet, für telegrafische Zwecke nicht geeignet, und wird daher ausgestossen. Um sich sicher zu stellen, dass der Draht undurchdringlich sei für Wasser, lässt man ihn 48 Stunden vor der Prüfung in gesäuertem Wasser liegen. Ist der Draht gut, so ist der Ausschlag an einem solchen Galvanometer nicht gross, er hängt mit der Länge des Drahtes zusammen. Nach dieser Prüfung geht man nun zur Einbettung des Drahtes, so wie es schon deutlich bei der unterirdischen Leitung beschrieben wurde, über. Ich will meine Leser auch mit einigen Fabrikaten bekannt machen. So wie das Fabrikat aus der Presse kommt, so zeigt es sich auch ganz verändert, gewöhnlich flammig, gewölbt und gestreift, hart an Massa, so dass sie sogar Nägeleindrücke nicht leicht aufnimmt, eben so ist auch die Oberfläche und die Färbung verschieden. Wir kennen 5 Fabrikate, als: Reithofer's Fabrikat ist aus Oesterreich das beste das man kennt und das am meisten gesucht wird. Das Fabrikat von Berlin reiht sich dem ersten an Güte an; hat aber eine andere Farbe. Das Fabrikat von Elliot concurrirt mit den beiden vorausgegangenen, obwohl es nicht den vollkommensten Isolirungsgrad hat, wie die beiden andern und wie es eigentlich zu unseren Zwecken nothwendig ist. Das Fabrikat aus Oesterreich von Borr ist auch sehr gut und unterscheidet sich in seiner schwarzen Farbe von den Anderen. Stefan's Fabrikat kommt an Isolirungsgüte den beiden ersten gleich, obwohl es an Oberfläche und Farbe von den anderen verschieden und nicht so schön ist.

Eilfter Abschnitt.

Vom Electromagnetismus und seinem Ursprunge.

Bis jetzt haben wir nur das Wechselverhältniss zwischen den magnetischen Körpern und dem electrischen Strome behandelt. Schon die oberflächliche Anschauung liess vermuthen, dass der electrische Strom auf magnetfähige Körper sich wie ein Magnet verhielte, so dass er nicht nur Ablenkungen an der Magnetnadel hervorrufen, sondern auch magnetfähigen Körpern die Eigenschaft des Magnetismus mittheilen kann. Amperre hat

gleichzeitig mit Davy und Rithie im September 1820 die Entdeckung gemacht, dass man auf den Leitdraht einer Volta'schen Kette Eisenfeilspäne streut, dieselben den ganzen Draht umhüllen, und dass diese merkwürdige Erscheinung nur so lange anhält, als der Strom dauert; im Momente der Unterbrechung aber fallen die Eisenfeilspäne wieder ab. Amperre und Arago fanden zuerst, dass der Verbindungsdraht die Eigenschaft habe, entweder constanten oder auch nur temporären Magnetismus hervorzubringen. Man gibt zu diesem Zwecke gewöhnlich dem Eisen die Form einer Stimmgabel, und umwickelt dasselbe in schraubenförmigen Windungen mit gut übersponnenem Kupferdrahte in der Weise, wie es Fig. 39 ersichtlich ist; nämlich dass die Windungen dieselbe Richtung beibehalten, wenn man sich die Gabel gerade gestreckt denkt. In dem Augenblicke, als man die Enden des Umwindungsdrahtes *ab* mit den Polen einer galvanischen Batterie verbindet, zeigt sich während der Dauer des Stromes ein kräftiger Magnetismus. Es wird das eine Ende dieser Gabel ein Nord- und das andere Ende derselben ein Südpol. Man nennt eine solche derartige Vorrichtung einen Electromagneten. Man unterscheidet unter diesen Electromagneten, welche nach Amperre electrodynamische Cylinder genannt werden, rechts und links gewundene Spiralen. Rechts gewundene sind diejenigen, wo die einzelnen Windungen wie die schiefen Ebenen am Cylinder einer Schraube laufen; steigen aber selbe links gegen den Kern auf, so heissen selbe linksgewundene Spiralen.

1. Die Polarität eines solchen Electromagneten hängt nun ab von der Richtung der Gänge und der des Stromes.

2. Bei geraden so wie bei gabelförmigen Eisenstäben erfährt man immer dieselbe Wirkung.

3. Um die Polarität zu bestimmen, braucht man sich nur der Nadel zu bedienen, und sie den Polen der Batterie oder des Electromagneten zu nähern, darüber besteht folgendes Gesetz: „Bei einer rechtsgewundenen Spirale entsteht jedes Mal an der Eintrittsstelle des $+$ Stromes ein magnetischer Südpol, und an der Austrittsstelle bei dem $-$ Pole, daher ein magnetischer Nordpol.“ Ist nun die zu magnetisirende Substanz hart, reich an Kohlenstoff und nicht rein an Massa, so behält dieselbe die Einwirkung des Stromes bei, wenn auch derselbe schon aufgehört hat. Aber im zweiten Falle, wenn nämlich das Eisen weich ist und wenig Kohlenstoff besitzt, daher rein an Massa ist, ist dasselbe nicht bleibend magnetisch, sondern nur temporär, d. h. in demselben Augenblicke, wo der Strom zu wirken aufhört, verliert auch das Eisen seine magnetische Kraft. Es lässt sich dieses sehr leicht nachweisen; man darf nur während des Zirkulirens des Stromes sich mit einem Eisen dem Electromagneten nähern, so wird dasselbe augenblicklich und kräftig angezogen, und es gehört eine im Verhältnisse tüchtige Kraft dazu, das Eisen von

dem Magneten zu trennen während der Dauer des Stromes; dasselbe fällt aber von selbst ab, in dem Augenblicke, wo man den Strom unterbricht. Es ist nun die Frage, ob es für telegrafische Zwecke anwendbarer sei, den temporären oder den constanten Magnetismus zu erwecken. Es ist aber beides nothwendig. Einerseits hängt dieses ab von der Natur des Eisens, andererseits von der Behandlungsweise, der Structur, der chemischen Reinheit und der Weiche des Eisens. Das Eisen, welches viel Kohlenstoff enthält, hat die Eigenschaft sehr hart zu werden, und nimmt so zu sagen den Character des Stahls an, während dem Eisen, welches frei von Kohlenstoff ist, weiches Eisen genannt wird. Was die Structur betrifft, so behaupten Einige, es müsse ein gleichförmiges Gefüge sein, Andere behaupten mindere Sorten seien empfänglicher für Magnetismus. Die Reinheit hängt mit dem chemischen Prozesse zusammen, und die Weiche lässt sich erzielen durch Ausglühen im Holzkohlenfeuer und dann allmähiges Abkühlen desselben. Es sind mehrere Methoden darüber bekannt; die gewöhnlichste ist: Man umgibt das Eisen mit Lehmüberzügen, dann auch mit animalischen Excrementen (Koth), glüht dasselbe im gewöhnlichen Holzkohlenfeuer aus, streckt es und bringt es sonach in die gewünschte Form.

Eine andere Methode ist die vom Professor Pless. Er schloss zwei Eisendrähte von verschiedener Dimension in Lehm- röhren oder Töpferthon, verstopfte die Enden mit gleicher Masse und liess sie durch 8—10 Tage im mässigen Kohlenfeuer glühen und dann langsam erkalten. Diess gibt das beste weiche Eisen für electromagnetische Zwecke. Man thut gut, die Eisenkerne schon vor dem Glühen in die gewünschte Form zu bringen. Es sind viererlei Formen bekannt: 1. der gerade, cylindrische Stab, 2. die U förmige oder Stimmgabelform, 3. zwei gerade Cylinder neben einander befestigt durch einen Querstab von Eisen, 4. die hufeisenartige Form. Man nimmt für gewöhnliche Zwecke, wo es nur einiger Umwindungen bedarf, gute isolirte Drähte, legt zwischen jeder Windung einen Papierstreifen zur besseren Isolirung. Wo es vieler Umwindungen bedarf, wendet man Spulen mit Rändern, um das Abrutschen des Drahtes zu verhindern, an. Die Geschichte des Electromagnetismus lehrt seit 12—15 Jahren, wie die Form und Masse des Kernes, die Form und Masse des Ankers, die Strom-Intensität zwischen den Dimensionen der Windungen des Multiplicationsdrahtes und dem Magnetismus zusammenhänge. Man war mit einem Worte bemüht, ein Gesetz über den Electromagnetismus aufzustellen. Die Arbeiten der beiden Petersburger Physiker Jakoby und Lenz lieferten im Jahre 1838 folgende Resultate:

1. Die Stärke eines galvanischen Stromes und der dadurch erzeugte Magnetismus sind zu einander proportional.
2. Die Dicke des spiralen Multiplicator-Drahtes so wie der

Durchmesser dieser Spirale selbst, ist bei gleicher Strom-Intensität und derselben Windungszahl ohne Einfluss auf den zu erzeugenden Magnetismus. Endlich verhält sich

3. der Magnetismus unter übrigens gleichen Umständen an Stäben, die über 8 Millimetre im Durchmesser haben, gerade so wie dieser Radius.

Pfaff's Versuche waren die nächsten, die bewiesen, dass der entstehende Magnetismus eines Eisenstabes bei sonst gleichen Umständen nicht sowohl dem Durchmesser, als vielmehr dem Querschnitt des Stabes proportional sei. Daraus geht aber die Lehre hervor, dass die Masse des Eisens nicht von so geringem Einflusse ist, als man vielleicht glaubt.

Müller's Arbeiten sind daher sehr wichtig; er sah die Nothwendigkeit ein, den Electromagneten einer Untersuchung zu unterziehen und kam zu folgendem Gesetze:

1. Es gibt für jeden Eisenstab ein absolutes Maximum des Magnetismus, und eben dieses Maximum sei dem Querschnitte des Stabes proportional.

2. Um in verschieden dicken Eisenstäben dieselben aliquoten Theile ihres magnetischen Maximums zu erzeugen, sind Ströme anzuwenden, die sich verhalten wie die Quadratwurzel aus der dritten Potenz des Halbmessers der Eisenstäbe.

3. Innerhalb ganz enger Grenzen kann man Stabmagnetismus und Stromstärke einander proportional setzen, dann ist der durch gleiche Ströme in verschiedenen Eisenstäben erzeugte Magnetismus der Wurzel aus dem Stabdurchmesser proportional. Ueber diese Grenze hinaus fällt der Stabmagnetismus weit kleiner aus, als es die Proportionalität erfordert.

4. Die Länge der Schenkel eines Electromagneten hat *ceteris paribus* keinen Einfluss auf die Tragkraft desselben. Längere Schenkel leisten nur in so weit mehr, als sie eine grössere Windungszahl aufzunehmen im Stande sind. Endlich

5. Der Kern behält immer gleiche Tragkraft, ob die Windungen die ganze Länge des Schenkels bedecken oder auch nur an einer Stelle desselben in mehreren Lagen über einander liegen. Ueber das Gesetz des Electromagnetismus gilt folgende Formel:

$$p = a d \frac{3}{2} \times \frac{\text{Tang. } m}{b d^2}.$$
 Hierbei ist p die magnetisirende Kraft, dann d der Durchmesser des Stabes, m das Mass für den Stabmagnetismus und $a b$ zwei durch Versuche erst zu ermittelnde constante Grössen. Jedoch wurde dieses Gesetz besser vervollkommnet. Man führte den Stabmagnetismus auf ein absolutes Mass zurück und mass die Stromstärke nach einer Einheit. Die unmittelbare Aeusserung eines Electromagneten ist die, dass er ein Stück Eisen, das man an seine Pole in einer gewissen Entfernung hinhält, anzieht und sogleich festhält. Verbindet man aber mit diesem Stück Eisen, das man auch Anker oder Armatur nennt, sehr

bedeutende Gewichte, so sieht man, dass er das Gewicht nicht nur während des Stromdurchganges, sondern auch nach Aufhörung desselben oft 5—6 Monate erhält, und ohne Abfall fortträgt. Man schreibt daher jedem Electromagneten eine eigene Tragkraft zu, und beurtheilt die Güte des Magneten nach dem grössten Gewichte, das er zu tragen vermag. Dieses Maximum hängt nun mit dem Anker, der auf die Tragkraft den grössten Einfluss hat, zusammen. Cylindrische Anker, weil sie eine kleinere Berührungsfläche bieten, tragen weit mehr als ein platter Anker, der eine grössere Berührungsfläche hat. Denn je kleiner die Berührungsfläche, je grösser die Tragkraft des Electromagneten. Aber je grösser die Masse des Eisens, je mehr dasselbe den Character des Stahls annimmt, desto schwieriger wird es, den temporären Magnetismus momentan verschwinden zu machen. Man beseitigte wohl die Masse des Eisens und wendete hohle Cylinder an, aber diess konnte nur auf Kosten der Tragkraft geschehen.

Es gibt aber auch Fälle, welche wünschen lassen, dass das Eisen oder der Stahl den Magnetismus constant behalte. Man nennt dieses Verfahren magnetisiren. Eine einfache Methode, mittelst des Stromes zu magnetisiren, ist die, dass man aus 8 bis 10 Metre langen und 3—4 Millimetre dicken Stücken Kupferdraht oder auch aus Kupferbändern eine Spirale windet, und so stellt, dass man den zu magnetisirenden Stab hinein und wieder herausbewegen kann; man verbindet dann dessen zwei Enden mit den beiden Polen eines Elementes von grosser Oberfläche, lässt den Strom durch die Spirale zirkuliren, bringt an die beiden Enden des Stabes Armaturen an, und schiebt die Drahtspirale, die vom Strome durchflossen ist, ein oder zwei Mal auf und ab und beachtet, dass, wenn die Mitte des Stabes der Drahtspirale gegenübersteht, man die Kette öffnet, den Stab herausnimmt und die Armatur beseitigt. Auf diese Art hat der Stab sein Maximum der magnetischen Kraft erreicht. Man kann auch hufeisenförmige Stäbe magnetisiren; nur muss hier ein Anker angelegt werden. In neuerer Zeit weicht man von dieser Methode etwas ab. Es wird nämlich eine Drahtspirale in die Figur 40 dargestellte Form gebracht. Zwei Oeffnungen *ab* für die einzuschiebenden Schenkel gelassen, worauf dann der Anker angelegt wird. Die andere Behandlung ist der ersten ganz gleich.

In vielen Fällen kommt man in die Lage gleich mit dem Electromagneten magnetisiren zu müssen; dazu hat Grove eine gute Methode bekannt gegeben. Er sagt, wenn man in die Lage kommt Magnetnadeln zu magnetisiren, so nimmt man einen hufeisenförmigen, mit dem Multiplicationsgewinde versehenen Electromagneten und verbindet ihn mit den Polen der Kette. Die zu magnetisirende Magnetnadel legt man über zwei gleich hohe Stücke weiches Eisen, und wendet den Doppelstrich an, d. i. man fährt mit dem Electromagneten von der Mitte aus gegen das eine

Ende und kehrt durch die Luft zurück; eben so macht man es mit dem andern Ende, dieses wird öfters wiederholt. Man entfernt dann die untergelegten Eisenstücke und die Nadel aus dem magnetischen Bereiche. Man kann dieses Verfahren auch umgekehrt anwenden, und die Nadel an die Pole des Electromagnets bringen. Betrachten wir nun, um auch die Verhältnisse des Electromagneten zur Stromstärke kennen zu lernen, das Gesetz, dass die Anzahl der Windungen eines Electromagneten proportional sei der Stromstärke, so werden wir sehen, dass sich dasselbe nicht buchstäblich genau bestätigt.

Betrachten wir das Ohm'sche Gesetz: $S = \frac{e}{r+l}$. — Wir wissen sofort, dass wir, wenn wir n Mal Windungen haben, auch n Mal so viele Widerstände erhalten, und wir bekommen, wenn wir alle Widerstände eines Electromagneten W nennen, die Formel $S = \frac{e}{r+l+W}$. Man muss aber auch bedenken, dass dieser Widerstand, der durch die vielen Windungen des Electromagneten in den Stromkreis tritt, verschwindend kleiner wird gegen den Widerstand, der im ganzen Schlussdrahte herrscht, und dass die Mehrzahl der Windungen, wohl nicht den Strom, aber dessen Wirkung auf den Electromagneten vervielfacht. Daher der Widerstand sich gänzlich ausgleicht, mithin in der Formel W hinwegfällt und $S = \frac{e}{r+l}$ übrig bleibt. Wir kommen jetzt zu einer wichtigen von dem Electromagnetismus unmittelbar abhängigen Erscheinung, es ist dieses die Induction und deren Strömung.

Von der Induction.

Mehrere Physiker, welche das Wechselverhältniss zwischen galvanischen Strom und Magnetismus genauer ins Auge fassten, kamen zu dem Schlusse, dass, da der galvanische Strom so merkwürdige Erscheinungen auf einen Magneten hervorrufe, auch der Magnet im Verhältnisse zum galvanischen Strome stehen müsse. Mit andern Worten: weil der Strom den Magnetismus hervorrufen könne, dass auch der Magnetismus den Strom erzeugen könne. Faradai, Bixi und Wheatstone leisteten am meisten in diesem Fache, und sagten: Nicht bloss ein Magnet, sondern auch ein schon vorhandener Strom rufe wieder einen momentanen und zwar einen dem andern entgegengesetzten Strom hervor. Ein solcher Inductions-Strom ist zweifach:

1. kann ein galvanischer Strom in einem Leitdrahte einen momentanen Strom von entgegengesetzter oder gleicher Richtung mit dem Hauptstrome hervorrufen, und

2. kann die Induction vom Magnete selbst ausgehen und daher der Magnet, entweder temporärer oder constanter Magnet einen galvanischen Strom erzeugen.

Man nennt den ursprünglichen hervorrufenden Strom den primären, Haupt- oder inducirenden Strom; und den zweiten, der hervorgerufen wird, den secundären, Neben- oder auch inducirten Strom. Das Gesetz der electrischen so wie der galvanischen Induction spricht sich folgendermassen darüber aus:

1. Wenn man einen vollkommen geschlossenen Leitdraht d. i. eine Batterie und einen Schlussdraht hat, in diesen Schlusskreis einen galvanischen Strom zirkuliren lässt, und man nähert sich mit einem andern Drahte, der durch einen Galvanometer geschlossen ist, sehr schnell dem ersten, so sieht man am Galvanometer, dass im Momente des Annäherns ein momentaner Strom von entgegengesetzter Richtung mit dem Hauptstrom in dem benachbarten Leitdrahte entsteht; so wie man aber denselben wieder entfernt, ebenfalls ein Strom, aber von gleicher Richtung mit dem Hauptstrome entsteht, oder populärer ausgedrückt: „Hat man einen vollkommenen Schlusskreis und man öffnet oder schliesst die Kette, so wird im Momente der Stromentstehung (Schliessung) ebenso wie im Momente der Unterbrechung (beim Oeffnen) ein Strom von momentaner Dauer entstehen. Diese Ströme haben eine einander entgegengesetzte Richtung. Um dieses zu versuchen, so hat man eine Multiplicatorspule nöthig, auf welcher zwei in entgegengesetzter Richtung laufende Drähte aufgewickelt und durch Umspinnung von Seide von einander gut isolirt sind. Zwischen den einzelnen Windungen gibt man, wie schon einmal erwähnt, der bessern Isolirung wegen, gefirnissetes Papier. Die Figur 41. zeigt einen solchen Apparat. *A* ist der Inductor, *B* die Batterie und *G* das Galvanometer. Die Verbindung ist aus der Zeichnung deutlich ersichtlich. Es wird nun in demselben Momente, als die Batterie geschlossen wird, ein momentaner Strom entstehen und die Busole wird die entgegengesetzte Ablenkung zeigen. Oeffnet man den Schlusskreis, so entsteht wieder ein momentaner Strom, der aber die entgegengesetzte Richtung des vorhergehenden hat, also eine gleiche Richtung mit dem Hauptstrome. Lenz hat, nachdem Faradai, Bixi und mehrere Andere behauptet hatten, dass ein Hauptstrom auch Nebenströme und zwar durch Vertheilung hervorrufe, und dass nicht bloss Oeffnen und Schliessen, sondern auch Annäherung und Entfernung solche secundäre Ströme hervorrufe, folgendes Gesetz aufgestellt.

2. Wenn man einen vollkommen geschlossenen Leiter einem ebenfalls geschlossenen Stromkreise rasch nähert, so bekommt man im Momente des Annäherns an den Schliessungskreis, der keine Stromquelle enthält, einen Strom, welcher die entgegengesetzte Richtung mit dem Hauptstrome hat; und eben so im Momente des Entfernens einen Strom, aber von gleicher Richtung mit dem Hauptstrome. Wir haben also hier vier Punkte zu beachten: Schliessen, Annähern, Oeffnen und Entfernen. Dieses

zweite Gesetz lässt sich ebenfalls nachweisen. Man braucht dazu zwei Spiralen wie die Figur 42 zeigt. Die eine bringt man mit dem Multiplicator und die andere mit der Batterie in Verbindung und schiebt die eine Spirale in die andere rasch hinein. Im Augenblicke entsteht in der mit dem Multiplicator verbundenen Spule die entgegengesetzte Richtung, der in der andern Spirale sich befindlichen Strömung. Zieht man dieselbe aber rasch heraus, so zeigt sich wieder ein momentaner Strom, aber von gleicher Richtung mit dem Hauptstrome. Es gibt Mittel die Inductionsströme wahrnehmbar zu machen. Man braucht nur die physiologischen Erscheinungen einer Kette in Betracht zu ziehen. Dieses Mittel besteht nun, so wie die Figur 43 zeigt, aus einer Drahtspirale *D*, um die ein Kupferband, das 40 Millimetre breit und 32 — 40 Metre lang ist, gewunden wird. Der zweite sehr feine gut isolirte Kupferdraht ist in entgegengesetzter Richtung zum Bande aufgewunden und hat einen Durchmesser von 0,5 Millimetre und eine Länge von 1000 Metres. Man kann nun sehr leicht physiologische Erscheinungen eben so wie Funkenerscheinungen erhalten; dazu benützt man zwei Conductoren *a b* und eine gewöhnliche Feile *f* statt des kostspieligen Blitzrades von Neff. Ferner bedient man sich, wenn man eine Feile anwendet, einer Metallklemme, in welcher das vom Kupferbände oder von dem dicken Drahte *o'* kommende Ende der Spirale *D* eingeklemmt ist, während dem das andere Ende des dicken Drahtes *o* mit dem + Pol der Batterie *B* in Verbindung steht. Das andere — Ende der Batterie steht mit einem Drahte in Verbindung, mit welchem dann auf der Feile auf- und abgefahren wird. Natürlich liegt die Feile auf der Metallklemme *K* auf und bildet dann den geschlossenen Stromweg. Die Enden der dünnen Drähte *i i'* sind mit den Conductoren *a b* verbunden. Die Wirkung zeigt sich schwach auf den Körper; gibt man aber kleine Eisenstäbe in die Spirale *D* (Figur 44) hinein, dann kann die Wirkung selbst bis ins Un-erträgliche gesteigert werden. Das Gesagte diene zum Beweise, dass der inducirte Strom dieselbe und oft noch grössere Wirkung hervorbringt als der Hauptstrom.

Eben so zeigt sich die Wirkung, wenn man einen Stahlmagnet einem vom Strome durchflossenen Drahte nähert oder schnell entfernt. Es wird immer beim Nähern die entgegengesetzte, und beim Entfernen die gleiche Richtung mit dem Hauptstrome zu sehen sein. Einen solchen Strom nennt man auch einen magneto-electrischen Strom, und er wird in einem passenden Drahtgewinde dieselbe Aeusserung hervorbringen, als der Hauptstrom. Es ist aber gerade nicht nothwendig einen Magnet in die Drahtrolle einzuschieben. Ein Eisenstab (Figur 45) wird gerade dieselbe Wirkung hervorbringen, wenn man den Magnetismus im weichen Eisenstabe durch einen constanten Magnet zu wecken sucht, indem man denselben dem Eisenstabe oder den

Eisenstäben, wenn mehrere derselben vorhanden sind, rasch nähert. Ein Stab inducirt sofort in dem nächsten einen Strom und es werden alle sich berührenden Eisenstäbe von inducirten Strömen durchflossen. So wie man aber von den Eisenstäben den Magnet entfernt, so nimmt man einen zweiten Strom von entgegengesetzter Richtung des früheren wahr. Jedoch hat man bei diesem Versuche die Nadel, wenn man sich derselben bedient, vom Magnet sehr weit zu entfernen, damit dieselbe, wenn der Magnet zur Hälfte in die Drahtrolle hineingesenkt ist, wieder in ihre Ruhelage zurückkehren kann. Hiermit ist auch das dritte Gesetz der Induction, entweder durch einen constanten oder auch temporären Magnet einen inducirten Strom zu erzeugen, aufs beste nachgewiesen. In allen diesen drei Fällen ist die Richtung der beiden Ströme, welche im ersten Falle bei Schliessung und Unterbrechung des Hauptstromes, im zweiten Falle bei Annäherung und Entfernung eines vom Strome durchflossenen Drahtes, und im dritten Falle bei Annäherung und Entfernung eines Magneten gegen eine Drahtrolle entstehen, einander entgegengesetzt. Ueberdiess hängt die Richtung eines magneto-electrischen Stromes von der Polarität des, der Drahtrolle zunächst befindlichen Magnetstreckens ab. Alle Inductions-Ströme sind von äusserst kurzer Dauer, aber bei zweckmässiger Anordnung der Apparate von grosser Intensität, so dass man durch dieselben Funkenerscheinungen, Glüh-Phänomene, Erschütterungen, mit einem Worte alle chemischen, physiologischen und physikalischen Erscheinungen, so wie bei der Kette hervorrufen kann. Besonders taugen zu diesem Zwecke die sogenannten Rotationsmaschinen, welche der Mechaniker Stöhrer in Leipzig, der sich um die Vervollkommnung dieser Apparate grosse Verdienste erworben hat, in sehr schöner und zweckmässiger Form verfertigt. Eine solche Maschine kann als Batterie zur Telegrafie verwendet werden, und zwar mit dem besten Erfolge; indem dieselbe viel kräftigere Ströme liefert als eine gewöhnliche Kette. Der Raum dieses Werkchens erlaubt es nicht in nähere Details einzugehen; aber doch soll hier wenigstens das Princip einer solchen Rotations-Maschine, welche Figur 46. abgebildet ist, näher erklärt werden. *A* und *B* sind die Inductor-Rollen, in deren Höhlung sich die durch eine Eisenplatte verbundenen Kerne von weichem Eisen befinden. Durch die Axe *x* können sie mittelst einer Kurbel in eine schnelle Umdrehung versetzt werden, dann rotiren die Eisenkerne ganz nahe an den Polen des Stahlmagneten *NS* vorüber und jeder Kern wird dadurch abwechselnd in einen Nordpol und dann wieder in einen Südpol verwandelt. Die Vorrichtung *CDE* dient, dazu die entstehenden Inductionsströme aus den Drahtrollen *AB* zur Hervorbringung mechanischer Effecte zu den Apparaten oder nach beliebigen Orten, z. B. durch den menschlichen Körper zu leiten. Aber auch zugleich dazu, um die nach jeder halben Umdrehung

entstehenden Paare entgegengesetzt gerichteter Ströme in gleich gerichtete umzuschaffen, und daher zu bewirken, dass solche Ströme nur nach ein und derselben gleichen Richtung ausgehen. Diese Vorrichtung nennt man auch einen Commutator. Bei *D* und *C* können zwei Drähte 1 und 2, die den Strom vom Apparate selbst zu andern Körpern liefern, fest eingeklemmt werden. Es können natürlich auch mehrere Magnete und mehr Inductor-Rollen zu diesem Zwecke verwendet werden; um so grösser ist auch natürlich die Wirkung. Man hat sehr verschiedene Formen dieser Apparate construirt, worunter sich auch eine von *Ettingshausen* ihrer Wirkung und Bauart nach, besonders gute Maschine auszeichnet, die wir aber hier übergehen. Um nun über alle diese Erscheinungen eine Aufklärung zu geben, so wollen wir nur ganz kurz bemerken, dass alle diese Aeusserungen auf gegenseitiger Anziehung und Abstossung beruhen. Dieses wird erklärlich, wenn man den Magnet in das Bereich der Erklärung zieht. *Ampere* sagt über den Zustand des Magnetismus: „Jeder Magnet besteht aus sehr kleinen Theilen, die Moleküle oder besser gesagt, auch magnetische Elemente heissen.“ Der Magnetismus jedes solchen Elements liegt nun nicht nur allein an den Endpuncten, sondern diese Eigenschaft komme den Theilchen der Elemente selbst zu, und zwar dadurch, dass dieselben von vielen Strömen umkreist sind, die nach der Lage der Theilchen auch verschiedenartig gerichtet sind. Es bildet sich da eine Faser, die von einer Massa Ströme durchflossen ist, und deren Axe senkrecht umkreisen. Nach *Ampere* geht der Strom von Westen nach Osten und in den unteren Theilen von Osten nach Westen, wie z. B. die Figur 47. zeigt, wo *a* den Magnet und *b* dessen Stromumkreisung bildet. Bei der Induction der Magnete, oder mittelst Vertheilung, haben daher die Ströme, die man erhält, indem man die Magnete ins Gewinde einschiebt, die entgegengesetzte Richtung von denjenigen Strömen, die nach *Ampere* die Magnete umkreisen; und im zweiten Falle, wenn man die Magnete wieder aus dem Gewinde entfernt, die gleiche Richtung mit den anderen Strömen. (Es wird dieses in der Folge deutlicher werden, wenn wir zum Apparatwesen übergehen). Man bemerkt am Apparate, wo natürlich die Batterie und Leitung eingeschaltet ist, dass oftmals das Relais, welches wir später genauer kennen lernen werden, mit dem Taster oder sogenannten Schlüssel, welcher die Kette schliesst und wieder öffnet, die Bewegung theilt; dass aber diese Bewegung entgegengesetzt der des Tasters sei, so zwar, dass bei Oeffnen des Tasters sich das Relais schliesst, und beim Schliessen desselben sich das Relais öffnet. Dieses kommt ebenfalls von der Induction, und beweist aufs nachdrücklichste das hierüber aufgestellte Gesetz. Jedoch haben alle diese Inductions-Ströme nur momentane Dauer. Somit wäre so ziemlich die Erörterung über den Electromagnetismus erschöpft.

Zwölfter Abschnitt.

Von den verschiedenen Batterien.

Man theilt dieselben ein, in veränderliche und constante Batterien. Was im Allgemeinen eine Kette oder auch eine Batterie, ein Schliessungsdraht sei, wann die Kette offen, wann sie geschlossen ist und welche Wirkungen sie hervorzubringen vermag, habe ich bereits im vierten Abschnitte erörtert. Wir gehen demnach zur näheren Erklärung der Batterien über.

1. Eine veränderliche oder variable Kette ist diejenige, welche wohl zwei Metalle als Electromotoren, aber nur eine Flüssigkeit und kein Diaphragma *) hat. Hingegen

2. Constante Batterien sind solche, welche ausser den zwei Metallen auch zweierlei Flüssigkeiten und ein Diaphragma besitzen, und daher an Intensität und Dauer des Stromes die variablen Batterien weit übertreffen. Ich habe bei Volta's Säule schon der Uebelstände erwähnt, welche bei ihr auftraten, nämlich das Herabsinken der Flüssigkeit in Folge ihrer eigenen Schwere und des Druckes von oben. Zweitens, das schnelle Eintrocknen derselben und endlich das leichte Umfallen des Apparates selbst. Um diesem nun kräftig zu begegnen, griff Volta zum Becherapparat, den er auch Carron de tassé nannte. Er hatte zweierlei Formen, viereckige und runde. Jeder Apparat besteht aus mehreren Gläsern, die möglichst kleine Wände haben; in jedes Gefäss kommt eine Zink- und eine Kupferplatte mit 0,1 verdünnter SO_3 oder auch mit verdünnter SO_5 , ausserdem wird jede Zinkplatte mit der nächstfolgenden Kupferplatte durch einen Draht verbunden. Alle diese Batterien findet man in jedem Lehrbuche der Physik ausführlicher beschrieben, und ich will nur bloss derjenigen erwähnen, die etwas seltener vorkommen, aber doch die Grundlage unserer jetzigen Ketten bilden.

Von den Becher-Apparaten ging man zu den Zellen-Apparaten oder auch Mulden-Batterien genannt, über. Ritter verfertigte einen Schüssel-Apparat, wo die Metalle die Form einer Schüssel hatten und der Boden des einen stets in den Boden des andern Metalls tauchte. Davy nahm 2000 Plattenpaare, wovon jede Platte in ihrer Oberfläche 2,8 $\square$ Decimetre betrug und begann mit diesem Apparate seine Versuche. Es ging aber dabei viel

*) Diaphragma ist eine poröse Scheidewand, welche zwar die beiden Flüssigkeiten von einander trennt, aber doch dem Durchgange des Stromes kein Hinderniss entgegenstellt. Ein solches Diaphragma kann entweder eine Membrane, eine Thonzelle, oder auch ein Spritzenschlauch sein.

Metall verloren. Man war bemüht, dies zu vermeiden und griff daher zu den Trog-Apparaten. Die Grundlage hierzu bildete Wollastone's Fingerhut-Apparat im Jahre 1815. Er nahm (Figur 48) einen gewöhnlichen Fingerhut, entfernte den Kopf desselben, drückte die cylindrischen Wände platt, so dass die beiden Flächen sich bis auf 4 Millimetre Distanz näherten. Dadurch war nun der erste Electromotor gebildet. Als zweiten nahm er ein Stückchen Zink 2 □ Centimetre gross und befestigte solches, indem er beide Electromotoren durch Siegelack isolirte, so dass ein Electromotor den andern nicht berühren konnte. Er schloss nun beide Electromotore durch einen 0,002 Millimetre dünnen Platindraht und tauchte diesen in $\frac{1}{5}$ verdünnte Schwefelsäure. Im Augenblick trat ein Glüh-Phänomen ein, und das so, dass der Platindraht in Roth-, dann in Weissgluth, und endlich gar in Schmelze überging. Es ist fast unbegreiflich, wie in einem solchen kleinen Elemente ein so kräftiger Strom entstehen könne, und lässt sich nur dadurch erklären, dass die Oberfläche des Zinks geringer ist und der Draht einen äusserst feinen Durchmesser hat. Es beschäftigte die Physiker von jeher, die Batterien so zu combiniren, dass sie: 1. Eine verhältnissmässige Oberfläche haben, 2. dass die Flüssigkeiten einen möglichst kleinen Raum einnehmen und 3. dass der Zinkverbrauch bedeutend verringert werde. Dieses bewog die drei Physiker Wallostone, Faradai und Young Trog-Apparate zu construiren. Beim Wallostonschen Trog wurden die Zinkplatten von den Kupferplatten doppelt umgeben. An jede Kupferplatte war ein Metallstreifen gelöthet, an welchem die nächstfolgende Zinkplatte wieder durch Löthung befestigt wurde. Jede Zinkplatte wurde eingesenkt in die vorausgehende des Kupfers, diese Platten kamen dann in Gläser oder auch Tröge mit Zellen, die mit $\frac{1}{16}$ SO_3 und $\frac{1}{20}$ SO_5 und das andere mit H_2O angefüllt waren. An die Zinkplatten kamen Holzklötzchen, um dieselben vor der Berührung mit dem Kupfer zu schützen. Es wurden gewöhnlich 10 — 12 Elemente zu einer Batterie genommen.

Faradai, der grösste Physiker seiner Zeit, wies aber nach, dass es nicht nöthig sei, für jedes Element eine eigene Zelle zu haben; er nahm die Kupferplatten ebenfalls doppelt so gross als die Zinkplatten, löthete beide an einander, bog die Kupferplatte um die Zinkplatte herum und stellte die Platten so, dass immer eine Zinkplatte in die Kupferplatte durch Klötzchen oder Glasstäbe geschützt, zu stehen kam, gab an beide Enden Bretchen und um dieselben einen Rahmen von Holz, der in die Flüssigkeit je nach Erforderniss eingesenkt oder herausgehoben werden konnte. Der Physiker Young nahm mehrere Kupfer- und mehrere Zinkplatten und stellte sie neben einander, so wie die Figur 49. zeigt, die Flüssigkeit war $4\frac{1}{2}$ SO_3 , 4 SO_5 und 200 H_2O . — Wir unterscheiden in jeder Kette, sei sie eine variable oder eine constante,

zweierlei Formen, nämlich: grossplattige und vielplattige Elemente. Grossplattige sind solche, wo gleiche Metalle unter sich verbunden sind, und daher ein Element von grosser Berührungsfläche bildet, und Klein- oder Vielplattige, wo ungleiche Metalle mit einander verbunden sind und angewendet werden, wo viel Widerstände, wie z. B. bei Telegrafenelementen, zu überwinden sind. Die Figuren 50 und 51 stellen vielplattige und die Figuren 52 und 53 grossplattige Elemente vor. Aber alle diese veränderlichen Batterien hatten die Uebelstände an sich, dass Anfangs die Wirkung sehr wenig energisch ist, sich aber später gar auf Null reducirt. Es liegt die Ursache darin, dass das Wasserstoff-Gas, welches in Folge der Zersetzung bei der Schliessung der Kette sich an das Kupfer und der Sauerstoff sich an das Zink anlagert und dasselbe oxidirt. Zur Beseitigung dieser Uebelstände war man so glücklich, die constanten Batterien zu construiren. Ich habe schon erwähnt, wodurch sich eine constante Batterie von einer variablen unterscheidet, und habe nur noch das Diaphragma näher zu besprechen. Dasselbe kann eine Membrane, Spritzenschlauch oder auch eine Thonzelle sein. Wendet man eine Thonzelle an, so wie es gegenwärtig in allen k. k. Telegrafenamtern der Fall ist, so muss ein solcher Thoncylinder aus reinem Pfeifenthon, darf nicht glasirt, nicht zu wenig aber auch nicht zu viel porös sein. Ist derselbe zu wenig porös, so dringen die beiden getrennten Flüssigkeiten nicht in einander und es kann die chemische Action nicht vor sich gehen. Ist derselbe zu stark porös, so gelangen die Flüssigkeiten zu schnell in einander, die Spannung hört auf und mit ihr die Wirkung der Kette. Die besten Cylinder liefert Stöhrer in Leipzig und der Gesundheitsbrunnen zu Berlin, ebenso auch Bregenz und die Schweiz. Man erkennt deren Güte auf, folgende Weise: Man laugt ihn zuerst im warmen Wasser aus, füllt ihn dann mit kaltem Wasser voll an. Ist derselbe gut, so muss der Cylinder binnen 1 Minute von Aussen feucht werden, ohne dass jedoch das Wasser in Tropfen durchdringen darf. Auch bei deren Füllung in der Batterie selbst ist zu beachten, dass man dieselben nicht gar zu voll fülle, indem durch den Eintritt der Exos- und Endosmose bei Schliessung der Kette ein Ueberrinnen zur andern Flüssigkeit statt findet, was durchaus nicht sein darf, ohne der Kette Schaden zu bringen. Auch bei deren Reinigung ist sorgfältig zu Werke zu gehen; da sich in dem Thoncylinder Kupfer- und Salzlösung hineinzieht, so müssen dieselben im warmen Wasser sehr gut ausgespült und mittelst eines Bürstchens gereinigt werden. Man lässt dieselben 24 Stunden im kalten Wasser stehen, trocknet sie sorgfältig ab und lässt sie, wenn es möglich ist, zwei oder drei Tage ungefüllt, damit sich das darinnen befindliche Salz vollkommen herausziehen könne.

Constante Batterien.

Diese sind nun seit 20 — 21 Jahren im Gebrauche. Im Jahre 1830 verfolgte Bach zuerst die Idee, eine constante Kette zu construiren und hierbei die zwei Elemente in der Kette zu trennen. Bequerell und Sohn, welche mit Recht die Väter der constanten Batterien genannt werden, führten diese Idee siegreich durch. Es sind uns davon zwei Formen bekannt. Die erste war seine Goldplatin-Batterie. Bequerell nahm (wie Figur 54. zeigt) zwei Glasgefässe *ab*, setzte sie in Verbindung durch eine Glasröhre *c*, in welcher sich mit Kochsalzlösung befeuchtete Thonerde befand, welche hier das Diaphragma vertritt. Ins Gefäss *a* gab er concentrirte Schwefelsäure und einen Platinstreifen *d*, und ins Gefäss *b* kam Kali-Lösung und ein Goldstreifen *e*. Hier sind nun zwei Flüssigkeiten, zwei Electromotoren und ein Diaphragma. Verbindet man nun beide Metalle durch einen Schliessungskreis und schaltet zum Beweise eine Busole *f* ein, so kann man sich von der Stärke und der Dauer des Stromes nach und nach überzeugen. Die zweite Form war ebenfalls von Bequerell mittelst einer Membrane (thierischer Blase), die die Stelle des Diaphragma vertrat. Die Bestandtheile waren ein Kupfer-Cylinder, der oben und unten geschlossen war, und oben eine Kugelform hatte, inwendig hohl und mit etwas Sand beschwert war, um mehr Standfestigkeit zu erzielen. Um diesen Cylinder wurde die Membrane gespannt, und in die Membrane kam Kupfervitriol-Lösung, und es wurden ausserdem noch ganze Vitriolstücke oben auf den kugelförmigen Ansatz des Kupfer-Cylinders gegeben, um dem zersetzten Wasser der Vitriol-Lösung wieder neue Kraft zu geben. Dieses kam nun in einem Zink-Cylinder, und dieser in ein Glasgefäss, in welchem sich verdünnte Schwefelsäure befand. Dieser so geschilderte Apparat wird auch gewöhnlich eine Daniel'sche Batterie genannt. Daniel verfertigte im Jahre 1836 — 1842 solche constante Batterien, und seine Arbeiten in diesem Felde sind von besonderer Wichtigkeit. Er hat die Eigenschaften einer constanten Batterie darein gesetzt, dass er die Flüssigkeit immer zu erneuern trachtete, und dieses glaubte er als die Ursache der Intensität des Stromes. Er nahm einen Kupfer-Cylinder, der oben offen und unten ein klein wenig verschlossen war, um diesen spannte er eine Membrane, welche straff angezogen war, und in welche SO_3 gefüllt wurde. In diese Zelle gab er nun einen Zinkstreifen hinein, und in den Kupfer-Cylinder gab er Kupfer-Vitriol; oben auf den Kupfer-Cylinder, der einen eigenen Ansatz dazu hatte, kam eine Art Sieb, worauf ganze Stückchen Vitriol gelegt wurden, damit sich die Vitriol-Lösung im Innern des Kupfer-Cylinders in dem Verhältnisse wie sie durch den Strom verdünnt wird, wieder sättigen könne. Heut' zu Tage ist diess aber ganz anders; man wendet jetzt

Glasgefässe an, und nimmt als Diaphragma runde Thon-Cylinder. Wie die Fig. 55 zeigt, so sind diese Daniel'schen Batterien am k. k. Staats-Telegrafen in Anwendung. *K* ist der Kupfer-Cylinder der aufgeschlitzt ist, um ihn nach der Grösse der Gläser und dem Thon-Gefässe richten zu können. *Z* ist der Zink-Cylinder, der ebenfalls aufgeschlitzt ist; bei *a* sind sie entweder durch eine eingelöthete oder angenietete Kupfer-Spange verbunden. Die beiden End-Cylinder haben einen Arm mit einer Klemm-Schraube zum Einschalten der Polar-Drähte und Verbindung mit den Apparaten Fig. 55 (unterhalb). In der Fig. 56 ist das Kästchen ersichtlich, in welches die Elemente der Ordnung nach so gestellt werden, dass man mit dem Kupfer-Pole anfängt, und mit Zink endet. Ist das Zink amalgamirt, so nimmt man in die Thonzelle, wo der Zink-Cylinder zu stehen kommt, verdünnte Schwefelsäure; ist aber dasselbe nicht amalgamirt, so wendet man Kochsalz-Lösung an. In das Glasgefäss aber, wo der Kupfer-Cylinder zu stehen kommt, nimmt man in beiden Fällen Kupfervitriol-Lösung. Die Ursache, warum die Flüssigkeiten sich von selbst wieder ersetzen, oder besser gesagt, an ihrem Gehalte durch längere Zeit nichts verlieren, mag durch den Beweis des chemischen Prozesses der hier stattfindet, ersichtlich werden (Fig. 57). Es geht hier folgender Prozess vor. Wird SO_3 angewendet, und Kupfervitriol-Stücke zur Sättigung hineingelegt, so ist die Wirkung stärker und von längerer Dauer. Die drei Ringe stellen, und zwar der äusserste den Kupfer-, der mittlere den Thon- und der innerste den Zink-Cylinder vor. Im Raume *a* befindet sich wie bekannt Kupfervitriol-Lösung, das aus Kupfer-Oxyd, SO_3 und $H + O$ besteht. Im Raume *b* befindet sich verdünnte Schwefelsäure ($SO_3 + H + O$). Sobald nun ein galvanischer Prozess chemischer Art, durch Hindurchleitung eines electrischen Stromes vor sich geht, so findet folgende Zersetzung statt: das Wasser im Raume *a* wird in seine Natur-Bestandtheile zerlegt, nämlich in *O* und *H*. Der *H* verbindet sich mit dem *O* des Kupfer-Oxyds zu Wasser, sättigt sich aber an den Kupfer-Vitriolstücken und wird wieder Vitriol-Lösung. Das vom Kupfer-Oxyd bleibende Kupfer, schlägt sich am Kupfer-Cylinder nieder, und erhält denselben blank. Der Sauerstoff des Wassers geht durch die Thonzelle und bildet mit dem Zink, weil dasselbe hier amalgamirt ist, nur sehr wenig schwefelsaures Zink-Oxyd ($SO_3 Z O$), welches in Gestalt eines weissen Pulvers sich am Thon-Cylinder niederschlägt. Dieser Prozess dauert so lange fort, bis beide Flüssigkeiten in einander dringen, und durch den neuen Prozess die erste Wirkung zerstören, den Strom schwächen, und endlich gänzlich auf 0 herabstellen. Die Wirkung der Batterie im erwärmten Wasser ist viel grösser als im kalten Wasser.

Wendet man aber nicht amalgamirtes Zink an, und daher Kochsalz-Lösung, so geht folgender Prozess vor: Im Raume *a*

(siehe hierüber Fig. 58) befindet sich wieder Kupfervitriol-Lösung aus den Bestandtheilen $K O S O_3$ und $H + O$. Im Raume b befindet sich jetzt aber Kochsalz-Lösung, das aus Chlor und Natrium besteht. Es geht nun der O des Wassers zum Natrium und gibt Natron; dazu tritt die $S O_3$, weil dieselbe zum Natrium mehr Verwandtschaft als zum Zink zeigt, und gibt daher $S O_4$ Natron (Glaubersalz); das Chlor geht aber zum Zink und gibt Zink-Chlorid. Das Kupfer, welches vom Oxyde übrig bleibt, schlägt sich wieder am Kupfer-Cylinder nieder, eben so wie sich der H des Wassers mit dem O des $K O$ zu Wasser verbindet. Zink, welches hier nicht amalgamirt ist, setzt mehr Zink-Oxid an, daher auch die Wirkung einer Daniel'schen Kette mit Kochsalz-Lösung bedeutend schwächer als mit Schwefelsäure ist.

Die Kette von Grove gehört zu den constantesten.

Professor Schönbein führte sie zuerst hier ein. Anfangs nahm Grove ein Glasgefäß, füllte es mit Salzsäure, gab am Boden desselben einen Pfeifenkopf von Thon, den er mit Salpetersäure anfüllte. In die Salz-Säure gab er einen Goldstreifen, und in die Salpeter-Säure Platin-Drähte; später aber nahm er Zink und Platin, und eine Thon-Zelle von länglicher Form; doch weil das Platin zu theuer war, die Thon-Zellen schwer zu reinigen, übrigens leicht gebrechlich waren, so wendete man dünne Bleche an, und machte das Platin zum inneren Metalle, welches gleichgiltig ist, wenn nur die gehörige Säure mit denselben correspondirt. Poggendorf's Rath war, dass die Platten 16 bis 26 $\square$ Centimetre und um die Hälfte breiter als der Durchmesser der Thon-Zelle sein sollten, und in Form eines S gebogen, worauf ein Lappen angelöthet werden muss, zur Verwendung kommen sollten. Dieser Lappen war ebenfalls von Metall, ging durch den Deckel der Thon-Zelle, der entweder aus Holz oder Thon war, hindurch, und diente dazu, um den Bügel mit der Klemmschraube festzuhalten. Eben so war der Deckel angebracht; erstens um die Elemente besser befestigen, und um die Ausströmung der salpeterischen Gase verhüten zu können (siehe Fig. 59). Zum Platin kam Salpeter-Säure von 1,33 specifischem Gewicht, und zum Zink ins Glasgefäß verdünnte Schwefel-Säure.

Ueber den chemischen Prozess diene folgendes: Salpeter-Säure besteht aus 1 Aequivalent $S O_3$ und 4 Aequivalent Sauerstoff. Die Schwefel-Säure besteht aus $S O_3$ und $H + O$. Der O der $S O_4$ geht zum H der $S O_3$. Der O des Wassers der $S O_3$ geht zum Zink und gibt Zink-Oxid; dazu tritt nun die $S O_3$ und gibt schwefelsaures Zink-Oxid (Fig. 60). Dieses schlägt sich am Zink-Cylinder nieder. Der 1 Aequivalent unter Salpeter-Säuren ($U S O_4$) geht in Gasform in die Luft. — Der Vortheil dieser Kette ist, dass sie 5 — 6 Wochen einen constanten Strom erzeugt; ihr Nachtheil, dass sie während des Telegrafirens salpetersaure Dämpfe entwickelt, die nicht nur allein den metallischen Apparaten, sondern

auch der Gesundheit höchst nachtheilig sind. Die Platinplatten müssen beim Reinigen gut abgespült und abgebürstet werden. Diese Kette ist in Amerika in Anwendung; nur mit dem Unterschiede, dass der Zink-Cylinder gegossen, und durch einen angelötheten Metallstreifen das Platin mit dem Zink verbunden ist. Natürlich ist auch hier das Zink amalgamirt. Die Kosten des Platins führten zu verschiedenen Vorschlägen. Unter diesen war ein Rath von dem Engländer S m e e der wirklich nicht zu verachten war.

Die Kette von S m e e.

Dieser trat mit der Idee hervor, statt des theueren Platins Silber zu nehmen, und auf dem Wege der Galvanoplastik Platinmoor darauf zu schlagen. Diese Kette gehört ihrer Wirkung nach zu den constanten, obwohl in der Gattung nach zu den veränderlichen Ketten; denn hier hat man es nur mit einer Flüssigkeit und mit keinem Diaphragma zu thun. Die Ursache der Intensität des Stromes mag wahrscheinlich das Platinmoor sein, was bis Dato aber noch nicht näher nachgewiesen wurde. Auch setzte S m e e so wie aus der Fig. 61 zu ersehen ist, jeder Silber-Platte zwei Zink-Platten entgegen, verband dann zuerst die zwei Zink-Platten jedes Elements, dann die Silber-Platte des ersten mit der Zink-Platte des zweiten, die Silber-Platte des zweiten mit der Zink-Platte des dritten Elementes u. s. f. Es bleibt so nach, wie Fig. 62 zeigt, bei *a* ein Zink- und bei *b* ein Silber-Pol über, an welche sich durch Cylinder mit Klemm-Schrauben Drähte anbringen liessen. Die Silber-Platten sind 117 Millimetre lang und 44 Millimetre breit; die Zink-Platten haben gleiche Länge und Breite, sind aber 7,5 Millimetre dick. Die Silber-Platte ist durch Kork vor Berührung mit Zink geschützt, an derselben ist ein Lappen mit einer Klemm-Schraube zur Verbindung der Pole und der Elemente angebracht *a*. Die Zinkplatten *bb* waren amalgamirt, und hatten jede zwei Bohrungen, durch welche vier Drahtstiften zweier Hölzchen durchgriffen, und dieselben zusammen hielten. Ausserdem ist noch ein Metall-Bügel *d* mit einer Klemm-Schraube, welcher ebenfalls an jedem Arme eine Bohrung hat, durch welche der eine Drahtstift auf beiden Seiten der Hölzchen *ee* durchgingen. Die Silber-Platte *a* wird nun den beiden Zink-Platten *bb* in die Mitte gegeben. Der Lappen derselben ragt durch den Einschnitt zweier zur rechten und zur linken Seite anliegenden kleineren Hölzer durch, und bildete so, wie in Figur 63 ersichtlich ist, den Silber-Pol mit der Klemm-Schraube, der zur Verbindung mit den Batterien dient. Nun wurde der Bügel *d* darüber gelegt, und durch die beiden Hölzchen *ee*, die wie schon gesagt mit Drahtstiften versehen sind befestigt, und konnte natürlich durch eine einfache

Vorrichtung von Aussen, fester an einander gepresst werden. Der Metall-Bügel *d* trägt oben ebenfalls einen Cylinder mit einer Klemm-Schraube versehen, der hier natürlich den Zink-Pol bildet, und ebenfalls zur Verbindung der Drähte dient. Die Figur zeigt hier ein einfaches Element, wenn dasselbe zu einem ganzen geordnet ist. Es kostet dieses 6 — 8 fl. Conv. Münze und ist in Oesterreich in Anwendung. Bei der zusammengesetzten Kette von S m e e ist ein Hauptstück der Rahmen, welcher die Elemente trägt. Zu beiden Seiten des Rahmens sind Querleisten, die das Mittelstück tragen. Das zweite Hauptstück ist das in zwölf Zellen eingetheilte Tragbrett, das an den zwei Trag-Säulen eine eiserne Welle mit einer Kurbel trägt, die das Senken und Heben in die Säuren vermittelt. Oben ist bei der Kurbel noch eine Feder, die das Hinaufgezogene festhält. Die Säure, welche zu dieser Kette genommen wird, ist SO_3 mit vierundzwanzigfacher *H* Verdünnung.

Bunzen's Kette.

Diese ist eine der interessantesten Ketten. Schon K u p p e r fasste im Jahre 1839 die Idee auf, Kohle oder Graphit als Electromotoren zu benützen. Endlich führte sie B u n z e n im Jahre 1843 zuerst ein. Diese Kette besteht aus einem Glasgefäss, einem Zink-Cylinder, welcher aber amalgamirt ist, einem Kohlen-Cylinder und einer Thon-Zelle. Zur Kohle kommt SO_3 (Salpeter-Säure) von 1,3 specifisch. Gewicht, und zum Zink verdünnte SO_3 . Benützt man den Kohlen-Cylinder ausser der Thonzelle, d. i. als Electromotor, so darf die Distanz zwischen den Kohlen und der Thonzelle nur ein Millimetre Abstand betragen, und das Glas muss ziemlich weit sein, weil der Kohlen-Cylinder viel Salpeter-Säure verschluckt. Wird derselbe aber als Diaphragma und Electromotor zugleich verwendet, so muss derselbe unten einen massiven Boden haben, mit einer kleinen Oeffnung, welche mit feinem Gartensand der fest in dieselbe hineingedrückt wird, ausgefüllt ist. B u n z e n und W a r r i n g t o n nahmen auch drei Theile doppelt chromsaures Kali und 4 Theile SO_3 . Der Kohlen-Cylinder wird mit einem kupfernen Reifen, der zum Schrauben ist, versehen. An der Stelle, wo der Reifen an dem Kohlen-Cylinder anliegt, wird letzterer mit Wachs getränkt, und der Reifen selbst von aussen gefirnisst. Dadurch wird er in- und auswendig vor dem Angriffe der Salpeter-Säure bewahrt. Man kann die Zink-Cylinder unmittelbar durch einen Bügel an die Kohlen-Cylinder befestigen. Neuerer Zeit schlitzt man aber die Lappen der Zink-Cylinder etwas ein, und befestigt sie durch eine an den Kupfer-Ring angebrachte Druckschraube *a* an den Kohlen-Cylinder (siehe Fig. 64). Durch diese Methode kann man die Kohlen- so wie die Zink-Cylinder, alle unter sich verbinden, wodurch man ein grossplattiges

Element erhält, welches man durch diese Methode eben so schnell wieder in ein vielplattiges Element umwandeln kann. Beim Reinigen müssen die Kohlen-Cylinder sehr gut ausgelaugt werden. Das ausgelaugte Wasser ist ebenfalls nochmals zu schwächeren Strömen zu verwenden. Diese Kette ist an den Telegrafienlinien Amerikas in Anwendung, und scheint die Grove'sche Kette zu verdrängen. Höchst interessant ist die Präparirung dieser Kohlen-Cylinder, und ich will sie hier umständlich erörtern. Man nimmt einen Theil backende Steinkohlen, und mengt dieselbe mit zwei Theilen gut ausgebackenen Cooks, pulverisirt diese Masse fein und siebt sie. Dann nimmt man einen Eisenblech-Cylinder, versieht ihn mit einer zweiten Wand aus Pappe oder Schachtelholz, bei dem gegenseitigen Abstände von 6 Millimetre, füllt diesen Raum mit diesem Gemenge aus, schüttelt es durcheinander, und verschliesst es durch einen Deckel von Thon, verschmiert es gut mit Lehm, und setzt ihn durch $\frac{3}{4}$ Stunden der Rothgluth aus. Man brennt gerne 10 — 12 Cylinder mit einander. Nach Erkaltung wird die Masse von einander genommen, man tränkt sie dann mit dem Abfalle von Zucker, z. B. Syrup, lässt die Massa denselben gut einsaugen und dann trocknen. Ist dieses geschehen, so gibt man diese so bereiteten Cylinder in einen Passauer-Tigel der hermetisch verschlossen werden kann, und setzt die Masse aber jetzt durch volle 36 Stunden der Weissgluth aus. Soll der Cylinder gut sein, so muss er folgende Eigenschaften besitzen: er muss homogen an Masse sein, einen hellen reinen Ton beim Klopfen mit dem Finger von sich geben, er darf nicht zu wenig, aber auch nicht zu viel porös sein, darf nicht abfärben, und so hart sein, dass er sich dreheln lässt, und bei zwei Metre hohem Falle nicht zerbricht. Oben wird derselbe dann konisch zuge dreht, und an dem Kupfer-Ringe der zum Schrauben ist, befestigt.

Die Eisenketten.

Dieselben verdanken ihr Entstehen der Entdeckung, die schon im Jahre 1750 an dem Eisen gemacht wurde, nämlich: dass das Eisen in SO_5 getaucht, sich chemisch auflöse, welcher Prozess durch eine gewisse Zeit hin währt, nach welcher dann das Eisen keine Verbindung mehr eingeht, ausser man verdünnt die SO_5 , wo dann augenblicklich wieder Brausen und Auflösung eintritt. Man heisst diese Eigenschaft des Eisens die Passivität des Eisens. Man hat um dem zu starken Angreifen der SO_5 auf das Eisen vorzubeugen, dasselbe in Alkoholflamme (Weingeist) ausgeglüht; wo es dann in diesem Zustande von der concentrirten SO_5 nicht, wohl aber von der verdünnten SO_5 stark angegriffen wird. Dieses Verhalten benützten nun mehrere Physiker, um Ketten zu construiren. Veit war der erste, der aus Kupfer

und Eisen-Ketten construirte. Er nahm zur Flüssigkeit SO_3 und Kupfervitriol-Lösung. Roberts verfertigte im Jahre 1837 die erste Zink-Eisen-Kette aus gegossenem Eisen und amalgamirtem Zink. Zur Flüssigkeit nahm er Kali-Säure und SO_3 . Professor Schönbein sagte aber, es sei nicht nothwendig zweierlei Metalle, sondern es genüge auch ein Metall. Er nahm daher zwei Eisen-Cylinder aus Gusseisen; in den einen gab er drei Theile concentrirte SO_3 und einen Theil concentrirte SO_3 , und zu dem andern zwölfmal verdünnte SO_3 , und trennte beide Flüssigkeiten durch eine Thon-Zelle. Weber und Wöller verzinnten aber das Eisen, und Callan verfertigte eine Zink-Eisenkette, die in ihrer Wirkung viel energischer als alle bereits bekannten Ketten sich bewies.

Eisenlohr's Kette.

Dieselbe gehört in ihrer Wirkung zu den aller constantesten Ketten. Dieselbe ist ganz nach dem Muster einer Daniel'schen Batterie construiert. Jedes Element besteht aus einem Trinkglas, einem Thon-Cylinder, einem Kupfer-Cylinder von ganz dünnem Kupferblech, und einer amalgamirten Zink-Platte. Die Zink-Zelle enthält eine Lösung von reinem Weinstein mit Wasser, und ausserdem noch einen Löffel voll gereinigtem Weinstein zur Sättigung. Die Kupfer-Zelle enthält verdünnte Schwefelsäure (SO_3). Beide Flüssigkeiten sind durch die Thon-Zelle getrennt. Eine solche Kette hält ihre Wirkung 5—6 Monate, ohne die Säuren zu erneuern, und ist auf den Telegrafien-Linien von Mannheim in Anwendung.

Die Zink-Cooks-Kette.

Zu den stärkeren Ketten gehört auch noch die Zink-Cooks-Kette vom Mechaniker Stöhrer in Leipzig angegeben. Dieselbe besteht aus einem Gefäss aus grauer Steingut-Masse, das mit Cooks-Stücken ausgefüllt wird. In dieses Gefäss kommt eine Thon-Zelle, in welcher sich Zink in verschiedenen Formen befinden kann, bald Platte, bald Kreuz, bald so ein Klumpen, wie es gerade am besten zu haben ist. Um die Cooks-Stücke in dem Steingut-Gefäss wird Kupfer-Draht gewickelt, der aus dem Gefäss herausreichen muss, um einen Pol zu bekommen. Die Zwischenräume zwischen Steingut-Gefäss und Thon-Cylinder, eben so wie zwischen Thon-Zelle und dem Zink werden mit groben, jedoch früher rein gewaschenem Gartensande ausgefüllt, und das ganze dann wie ein Blumentopf mit Alaun- oder schwefelsaurer Kali-Lösung begossen. Stöhrer sagt, dass die Wirkung dieser Kette bei monatlicher Begiessung jahrelang ihre Intensität beibehalte. Der einzige Uebelstand sei der, dass sie sich bei ununterbrochener Schliessung, wenn sie nicht bedeutenden Widerstand

hat, sehr bald erschöpft. Wird sie aber auch nur eine Minute lang geöffnet, so erholt sich dieselbe eben so schnell wieder. In neuerer Zeit wendet man auch Blei-Cylinder statt des Zinkes an, und gebraucht dazu pulverisirten Cooks und Kochsalz-Lösung.

Die Sand-Batterien.

Dieselben sind ganz neuerer Zeit und zwar mit dem besten Erfolge an den Linien Englands in Anwendung. Sie bestehen aus einer Kupfer-Platte, einer amalgamirten Zink-Platte, und aus grobem gewaschenen Garten-Sand. Der Sand wird zwischen die beiden Metall-Platten in ein Kästchen eingepresst, so dass sich die Platten nicht berühren, und mit verdünnter Schwefel-Säure befeuchtet. Man nimmt in der Regel alle Monate die Kette auseinander und befeuchtet nach vollbrachter Reinigung der Platten dieselbe mit frischer SO_3 . Der Zinkverbrauch ist dabei nicht bedeutend.

Die Erd-Batterien.

Hofrath Gauss hat im Jahre 1837 den ersten Versuch gemacht, ob sich nicht die Erde ebenfalls als Zwischen-Leiter zwischen den beiden Elementen benützen liesse, oder ob es nicht angehe zwischen zwei heterogenen Metallen und einer gewissen Schichte Erde eine Kette zu bilden. Und es hat gleich sein erster Versuch genügende Resultate geliefert; so wie man an zwei entgegengesetzten Punkten z. B. bei 1000 Metres an einem derselben eine Kupfer-Platte, und an dem andern Punkte eine Zink-Platte von grosser Dimension in die Erde gibt, und diese beiden Platten durch einen einfachen Metall-Draht der auf Stangen in der Luft geführt wird, verbindet, so zeigt ein eingeschaltetes Mess-Instrument augenblicklich einen sehr starken anhaltenden Strom an, der durch die Leitung ununterbrochen zirkulirt. Man heisst einen solchen Strom Erd-Strom, und daher eine solche Batterie, wobei die Erde die Stelle der Ladungsflüssigkeit vertritt eine Erd-Batterie. Und weil bei dieser Anwendung Kraft-Apparat und Leitungs-Kette in ein und demselben Körper gegeben sind, so hat dieses an sich schon sehr bedeutende Vortheile. Im Jahre 1842 wurden diese Versuche in England wiederholt. Die ausgebreitetste Anwendung einer solchen Erd-Batterie, machte Professor Steinheil im Jahre 1846 von München nach Nanhofen, an einer Strecke von 34,5 Kilometer, also $4\frac{1}{2}$ Meile langen Telegraf-Linie. Er versenkte in München in einen Brunnen die Kupfer-Platte durch Cooksstücke von dem Wasser getrennt in der Grösse von 80 $\square$ Metre, und eben so in Nanhofen eine Zink-Platte von derselben Dimension, aber flach und auf dem Boden-Bette eines Flusses festgemacht. Beide Platten versenkte er bis an das Horizontal-Wasser, und verband dieselben durch einen auf

Stangen durch die Luft führenden Kupferdraht. So lange nicht die Oxydation des Zinks vollständig vor sich geht, was jedoch erst nach sehr langer Zeit geschieht, so lange geht ein constanter Strom durch die Kette selbst. Dieser Strom ist kräftig genug, um eine Wasserzersetzung hervorzubringen, und auch die Zeichengeber oder Electromagneten in Bewegung zu setzen. Eine solche Batterie bewies ihre Thätigkeit ohne Abnahme der Stärke durch ein ganzes Jahr fort. Zum sicheren Betriebe eines Morse-Telegraphen jedoch dürfte es wohl einer solchen Erdbatterie an Kraft gebrechen; es sei denn, dass es mit der Zeit gelänge, durch irgend eine Combination mehrere Plattenpaare nach einer Art wie die einer Batterie zusammen zu setzen.

Das Amalgamiren der Zink-Platten.

Amalgamiren der Platten heisst, durch Auftragen von Quecksilber auf dieselben, die chemische Verwandtschaft der Säuren zu den Metallen herabstimmen, und auf diese Art dem zu starken und heftigen Angriffe begegnen. Die Platten werden mittelst SO_3 gereinigt, dann abgespült und in ein Gefäss mit Quecksilber getaucht; das Quecksilber zieht sich sehr leicht von selbst an den Platten hinauf, und man braucht dasselbe dann nur mittelst eines Hasenfüsschens gut zu verreiben, und die Platten sodann auf eine schiefe Ebene zu stellen bis sie trocken sind. Bei schon einmal gebrauchten Platten jedoch, die schon amalgamirt waren, genügt es, nach vollkommener Zusammenstellung derselben, wenn man dieselben in die Säuren taucht, in welche vorher Quecksilber gegossen wird, welches sich dann sehr schnell an den Platten hinaufzieht. Es bilden sich bei längerer Aussergebrauchsetzung der Platten kleine Kügelchen an dieselben, welche jedoch gleich nach dem Eintauchen in die Säure wieder verschwinden. Diess genüge von den Batterien.

Wir haben nun die Seele des Telegraphen kennen gelernt, und wollen daher auch die Körper, nämlich die Apparate, welche durch dieselbe bewegt werden, näher erläutern.

Dreizehnter Abschnitt.

Von den verschiedenen Apparaten und deren Functionen mittelst Galvanismus und Electromagnetismus.

Wenn in einer Kette mit verlängertem Schliessungsbogen eine telegrafische Mittheilung möglich gemacht werden soll, so muss man den Schliessungsbogen an einer Stelle zerschneiden

um eine Vorrichtung einzuschalten, durch welche die galvanische Kraft sichtlich wahrnehmbare Zeichen hervorruft. Diese Zeichen sollen nun dadurch hervorgebracht werden, dass die galvanische Kraft in eine mechanische umgewandelt wird. Derlei Vorrichtungen, welche dieses nun bewerkstelligen, heisst man Apparate.

Der Schliessungsbogen, den wir nun schon im Laufe dieses Buches kennen lernten, nimmt jetzt eine ganz andere Gestalt an; bleibt aber immer eine erweiterte Kette und sonst nichts; er geht nun in die Form über, wie die Fig. 65 zeigt. Er wird an einer Stelle bei *A* zerschnitten, und dafür der Apparat *A* eingeschaltet, und eben so an der anderen Stelle eine Batterie *B*. Der Strom nimmt nun den Weg von $+B$ zu *P1* durch die Erde zu *P2* durch *A*, und wieder zu $-B$ zurück. Die Grundsätze, nach welchen die Apparate construirt sind, hängen mit dem jeweiligen Entwicklungsgange der Naturlehre innig zusammen. Eine jede neue Entdeckung im Gebiete der Physik ruft natürlich immer neue Apparate ins Leben. So lange man nur die Reib-electricität kannte, benützte man diese besonders im Zustande hoher Spannung, die seit der Erfindung der Leidnerflasche (1745) zu Gebote stand, um durch diese die Sinne zur Aufnahme der Zeichen aufzuregen. Bald war es Anziehung bald Abstossung, bald der electriche Lichtfunke, bald die Kraft des Zündens, bald die physiologische, bald die acustische Wirkung, die das conventionelle Signal abgeben mussten. Die Länge der Kette hatte wohl keine Abnahme der electricen Kraft zur Folge, indem bei der Leidnerflasche ebenfalls alle Electricität von der einen Belegung der Flasche, durch die ganze Drahtlänge zur zweiten Belegung eilen muss, wenn eine Ausgleichung, d. i. eine Vereinigung der beiden entgegengesetzten Electricitäten nachfolgen soll. Allein ungeachtet dessen waren andere Nachtheile aufgetreten, die uns schon aus dem I. Abschnitte noch bekannt sind, eben so wie dasjenige, was auf diesem Felde in Hinsicht der Apparate gearbeitet wurde.

Trotz dem, dass der Galvanismus kaum entdeckt, und daher nur spärliche Mittel zur Correspondenz bot, sollte er doch schon im Jahre 1807 zur Uebermittlung von telegrafischen Nachrichten dienen. Sö m r i n g in München gab in diesem Jahre einen Apparat an, bei welchem die chemische Wirkung der Säulen verwendet werden sollte. Dieser war folgender: (siehe Figur 66). Durch den Boden eines mit Wasser gefüllten-länglich viereckigen Glasgefässes *A*, das auf einem Fusse ruht, gehen getrennt 35 vergoldete Stifte 1, 2, 3, 4, 5, u. s. w., von diesen sind 25 für die Buchstaben und 10 für die Zahlen bestimmt. Ueber jedem dieser Stifte war ein mit Wasser gefülltes Glasglöckchen gestürzt *A, B, C, D, E, F* u. s. f., diese hiess Sö m e r i n g Signalgläser. Mit jedem solchen Stifte war durch Anlöthen das eine Ende eines der mit Seide und Harz isolirten, in eine horizontale

Röhre geführten, in der Mitte in einen Strang zusammengedrehten an beiden Stellen divergirenden Leitdrähte verbunden, welche er Zeichengeber nannte. An der anderen Station befand sich der Wechsel; dort sollten an die Drahtenden 35 mit den Stiften correspondirende, mit diesen gleich bezeichnete, und von einander getrennte Metallcylinder *a b c d e* gelöthet sein, die auf einer gemeinschaftlichen hölzernen Unterlage *U* festgeschraubt sind. Am vorderen Ende dieser Platte ist ein kleines Oehrchen angebracht, welche einen zum Einsenken in die Metallplatte kegelförmig zulaufenden Messingbolzen aufzunehmen hat, welcher durch seine eigene Schwere schon hinein gedrückt wird. Siehe *f* und *g*. Diese beiden Bolzen *f* und *g* werden an die von einer Batterie kommenden Drähte festgemacht. Werden nun die beiden Bolzen z. B. in die Oehrchen *a* und *d* eingesenkt, so ist der Stromweg geschlossen, und es beginnt an der ersten Station eine Wassersetzung in eben denselben Signalgläsern die mit *A* und *D* bezeichnet sind; der Strom nimmt folgenden Weg: vom + Pol der Batterie *B* nach *a* durch den Knoten zum Leitdrahte, der ebenfalls nach *A* führt, hier steigt im Gläschen *A* bedeutend viel Wasserstoffgas auf, von da geht der Strom nach *D*, wo sich das Sauerstoffgas ansammelt, aber schon in geringerer Quantität als das Wasserstoffgas, und geht dann durch den Leitdraht nach *d* zurück, wo er wieder bei — *B* eintritt, und so seinen Kreislauf vollbracht hat. Es kann daher auch keine Irrung obwalten, welcher Buchstabe der erste sei, indem hier zwei Zeichen zugleich gegeben werden, weil der Wasserstoff immer doppelt so viel als der Sauerstoff im Wasser sich vorfindet, daher auch die Zersetzung im ersten Gläschen nochmals so stark als im zweiten ist. Auch der Weckervorrichtung von Sömering müssen wir hier einen Platz gönnen. Obwohl dieselbe sehr einfach ist, so ist sie doch die erste, die uns durch Galvanismus bekannt worden ist (Fig. 67). Dieser ganze Weckerapparat bestand aus einem Winkelhebel, welcher zwei Arme *I* und *II* hatte. Der längere Arm *I* trug einen löffelförmigen Ansatz, der in eine umgestülpte Höhlung *c* auslief, und über ein oder zwei solcher Signalgläser gesetzt werden konnte. Der kürzere Arm *II* des Winkelhebels *W* trug eine sehr leicht aufsitzende Messingkugel *o*. Man musste bei dieser einfachen Vorrichtung den Hebel äusserst empfindlich stellen. Wurde nun die Kette geschlossen, so übte das sich erzeugende Wasserstoffgas einen Druck auf die Höhlung *c* aus, hob den Arm *I* während dem sich der andere Arm mittelst des Drehpunctes *a* sich abwärts senkte, und die Kugel *o* durch eine trichterförmige Oeffnung *T* auf die Arretirung eines kleinen Uhrwerkes fiel, und dessen Weckerglocke auslöste, welches so lange dauerte, bis die Arretirung wieder eingeschaltet wurde. Die Figur wird dieses hier deutlicher erklären. *E* stellt den Arretirungsstift eines Läutwerkes vor, welches aber hier nicht gezeichnet vorkömmt.

Schweiger nahm Verbesserungen an dem Sömring'schen Telegrafen vor. Er meinte, dass es leicht sei die Zahl der Leitdrähte bis auf zwei zu vermindern. Aber es wurde dem ungeachtet dieser Telegraf nie im Grossen ausgeführt. Dieselbe Idee wurde im Jahre 1810 von Professor Cookes in Philadelphia wieder aufgegriffen, und derselbe beanspruchte als Begründer dieses Principis angesehen zu werden. Er schlug vor eine Correspondenz einzuleiten, welche eine Zersetzung von Krystallsalzen, oder überhaupt eine Electrolysirung gestatten; konnte aber auch mit dieser Ansicht nicht durchgreifen.

Wir kommen jetzt zu einem ganz neuen Abschnitte der Telegrafie, nämlich zu dem Nadeltelegrafen.

Fast ein Decennium war nach Sömring's Entdeckung verstrichen, während dem fast ein vollständiger Stillstand auf diesem Felde wahrgenommen wurde, gleichsam als ob die Wissenschaft ausruhen wollte, um sich für die Riesenschritte vorzubereiten, die sich in der Folge ergaben. Der erste Vorschlag war der von Ampere, welcher im Jahre 1820 der königl. Academie der Wissenschaften zu Paris einen Bericht überreichte, welcher lautete, dass nach einer Mittheilung von La Place die Möglichkeit vorhanden sei, die Ablenkung der Magnetnadel auch auf grosse Entfernungen zu bewerkstelligen, wenn nur der Leitdraht hinlänglich lang, mit der Batterie in Verbindung, und in den magnetischen Meridian gestellt sei. Ampere fügte bei, dass man mit doppelt so vielen Drähten und eben so vielen Nadeln als Buchstaben im Alfabete sind, ausreichen würde, um, wenn man abwechselnd die beiden Enden des galvanischen Conductors mit den Polen einer entfernten Säule in Verbindung brächte, eine Art von Telegrafen herstellen zu können. Er wollte ausserdem noch an der Säule selbst ein Tastenwerk anwenden, woran beziehungsweise dieselben Buchstaben verzeichnet wären, wie an den Nadeln. Es gäbe dies ein sehr einfaches Correspondenz-Mittel, indem man nur eine der Tasten anzuschlagen brauche, um gleichzeitig den dadurch bezeichneten Buchstaben an dem Ausschlage der Nadel auf der entfernten Station ablesen zu können. Dieses Princip gehört aber eigentlich Oerstedt an, und nicht Ampere. Ausserdem tritt hier der Uebelstand ein, dass man gerade nochmals so viel Leitdrähte, also 72 bedürfe, als beim Sömring'schen Telegrafen. Und es ist gar nicht zu wundern, wenn Ritchie dieses Problem als gänzlich unausführbar erklärte. Alexander hat dasselbe mit 30 Multiplicatoren-Nadeln im Modelle ausgeführt und dabei die Verbesserung angebracht, die Drähte durch einen sinnreichen Mechanismus auf die Hälfte zu reduciren. So weit standen die Sachen bis zum Jahre 1829 und 1830. Fechner hat in seinem Lehrbuche über Galvanismus sich sehr zu Gunsten des Oerstedt'schen Principis ausgesprochen, sein Scharfsinn erkannte schon damals den Einfluss,

welchen eine entsprechende Telegrafie, sowohl auf öffentliche als auch auf Privat-Verhältnisse üben würde. Das Jahr 1832 ist eines der bedeutendsten in unserer Geschichte. Es war nämlich dem russischen Staatsrathe Baron v. Schilling gelungen, die noch immer ungelöste Aufgabe auf die einfachste Form zu beschränken, die eigentlich den Charakter des Practischen ausmacht. Eine einzige Multiplicator-Nadel und nur zwei durch Seide isolirte Leitdrähte von Platin sollten genügen, um eine Correspondenz einzuleiten (Siehe Figur 68). Der Ausschlag der Nadel sollte nämlich abgelesen werden, an einem geschwärzten Scheibchen von Kartenpapier, das mit beliebigen Symbolen, z. B. mit den Buchstaben *a* und *b* oder mit Zahlen 1 und 2 bezeichnet war, und über dem Gestelle des Multiplicators, an dem Coconfaden, der die Nadel selbst trug, angebracht war. Die Scheibe sollte in ihrer Ruhelage so gestellt werden, dass sie dem Beobachter den Rand zukehrt. Um den zahlreichen und zeitraubenden Schwankungen vorzubeugen, sollte durch einen von der Nadel abwärts laufenden Stift, an welchem eine kleine Strebe von Platin angebracht war, welche in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäß tauchen musste, den Schwankungen der Nadel begegnet werden. Nur dadurch sei es möglich, die Nadel früher und schneller in ihre frühere Position zurückzubringen. Damit war auch eine Art Wecker verbunden, wodurch durch den ersten Impuls der Nadel eine Bleikugel auf einen Hebel fallen könne und dadurch die Arretirung eines gewöhnlichen Weckers veranlassen würde.

Diese schöne Idee Schillings kam aber nicht zur Ausführung, denn mitten unter seinen eifrigsten Bestrebungen, als er eben den Lorbeer zu erringen gedachte, da ereilte ihn der Tod. Die oben erwähnte Figur gibt uns ein Bild seines zwar sehr einfachen, aber gewiss sinnig erdachten Apparates und seines unermüdeten Forschungsgeistes.

Wir sind nun bis zum Jahre 1833 vorgerückt. In diesem Jahre wagte sich der Gedanke zum ersten Male aus der Studierstube der Gelehrten hinaus in die Praxis, um von da aus die Welt mit seinen vollen Segnungen zu überfluthen. Die Variabilität und geringe Kraft einer hydrogalvanischen Kette ward zunächst durch Induction und constante Ketten ersetzt. Die Leitung selbst war jetzt bei einer so geringen Anzahl von Drähten leichter ausführbar und die alten Hindernisse meistens gehoben. In diesem Jahre waren es Männer, wie Hofrath v. Gauss und Weber besonders thätig. Sie verfertigten einen Magnetometer zur Telegrafie, welcher sich als sehr vortheilhaft herausstellte. Dessen Bestandtheile will ich, so viel es mir der Raum dieses Werkchens erlaubt, etwas näher erklären. Die hierzu gehörige Zeichnung wird dieses mehr erläutern. Er bestand aus drei Thei-

len, dem Beobachtungs-Apparat, dem Inductor und dem Magnetometer.

I. Der Beobachtungs-Apparat *A* (Fig. 71) ist ein Fernrohr auf einem Gestelle mit Stellschrauben versehen, um dasselbe beliebig richten zu können. Unten am Fusse des Gestelles befindet sich eine Scala, um auch die kleinste Zuckung des Magnetometers durch das Fernrohr in dem Spiegel desselben ablesen zu können.

II. Der Magnetometer *B* (Fig. 70) ist ein massiver Magnetstab im Gewichte von 50—80 Kilogramme, der an einer verticalen Axe am Plafond des Zimmers aufgehangen wird, und zur Beobachtung der magnetischen Declination dient. Um den Magnetstab war ein Dämpfer*) angebracht, um welchen ein Multiplications-Draht gewunden ward, dessen beide Enden mit den Leitdrähten in Verbindung standen, um die durch den Inductor erzeugten Ströme auf den Magnetstab wirken lassen zu können.

III. Der Inductor *C* (Fig. 69) ward gebraucht, um durch schnelles Abheben und Aufsetzen der Multiplications-Spirale *m* auf den Magneten *O* die Inductionsströme, die hierdurch erzeugt wurden, entweder bald in gerader, bald in umgekehrter Richtung auf die Leitdrähte hinauszusenden.

Man hat aber auch andere, viel einfachere Strom- oder Polwechsel-Apparate erfunden, und nennt dieselben Mutatoren, Commutatoren, Inversoren, Gyrotropen und dergleichen. Selbe werden unmittelbar zwischen Apparat und Batterie eingeschaltet, und dienen, um momentanes Wechseln der Stromesrichtung bezwecken zu können. Der einfachste Mutator ist uns von Gauss bekannt geworden. Die Figur 72 zeigt einen solchen Apparat, mittelst Quecksilber-Näpfen. *P* ist der Mutator, *abcd* sind die Quecksilber-Näpfchen, in welche Kupferdrähte eingesenkt werden, die nach Bedarf bald *a* mit *b* und *c* mit *d* oder auch *a* mit *d* und *b* mit *c* verbinden können. *A* stellt die Batterie und *G* das Galvanometer vor, auf welchem die umgekehrte Stromesrichtung deutlich ersehen wird.

Gleich nach Gauss und Weber hat der damalige Professor zu München, E. Steinheil, bekannt als ein ausgezeichnete Physiker einen Apparat construiert, der gewiss die vollste Anerkennung verdient. Es war im Jahre 1837, als Steinheil vom Könige von Baiern den Auftrag erhielt, zwischen München und Bogenhausen einen Telegrafen herzustellen. Steinheil benützte das Oersted'sche Princip, und die veränderte Form

*) Dämpfer ist eine Kupferplatte um die der Multiplications-Draht gewunden ist, und in dessen Innern der Magnet schwingt, und daher zur Folge hat, dass derselbe in seinen Schwingungen viel früher nachlässt. Die Figur 70 wird dies deutlich ersichtlich machen.

des Gauss'schen Telegrafen dazu. Der Apparat besteht aus zwei Theilen, dem Inductor und dem Zeichengeber selbst. Als Inductor wandte er eine electro-magnetische Rotations-Maschine an. Wenn die beiden Pole derselben mit den zwei Enden des Leitdrahtes correspondiren, so ist man im Stande auf sehr einfache Weise durch das Umdrehen eines Ankers, welches durch eine Kurbel bewerkstelliget wird, in jedem Momente in beliebiger Richtung Inductions-Ströme zu versenden, und dadurch den Magneten auf der anderen Station willkürlich nach einer oder der anderen Seite abzulenken.

Die Fig. 73 zeigt den Zeichengeber in horizontaler Projection, sammt seinem dazu eigends gebildeten Alfabete.

Der Zeichengeber besteht aus zwei um verticale Axen sehr leicht beweglichen Magneten, die an ihren zukehrenden Enden entgegengesetzte Polaritäten haben. Damit die beiden Magnetstübchen *c* und *d* stark abgelenkt werden, sind sie mit zwei Multiplications-Spulen, welche 6—800 Umwindungen haben, umgeben. Die zwei Magnetstübchen *c—d* tragen an ihren verlängerten Armen 1 und 2 Gefässe *g—k*, welche mit Oelfarbe gefüllt sind: sie enden in capillare Spitzen, die die Farbe beständig in sich aufsaugen. In der Schwingungs-Ebene sind zwei Plättchen *ll* angebracht, welche einem jeden Magneten nur die Bewegung nach abwärts gestatten. Den beiden Magneten gegenüber stehen wieder zwei Magnete *ab*, welche aber entgegengesetzte Polarität zu den ersten zwei Magneten *c* und *d* haben, um die Stübchen nach Strom-Unterbrechung sogleich in ihre alte Lage zurückzutreiben. Um nun diese Ablenkung der beiden Magnete als Schrift zu fixiren, so wird durch ein Uhrwerk ein schmaler Papierstreifen gleichmässig an den beiden Gefässen *g—k* nahe vorüber gezogen. Die einzelnen Punkte werden dann zu Linien verbunden, und haben sodann sehr viel Aehnlichkeit mit den lateinischen Buchstaben.

Wird nun ein Strom durch Induction erregt, so durchläuft er die Leitdrähte, auf der andern Station, sodann den Multiplikator, und strebt die gleichnamigen Pole nach derselben Richtung, z. B. die Nordpole der Magnete *n n'* nach der Rechten (Osten) abzulenken; durch die hemmende Platte *l* wird aber das Ausschlagen des Poles *n*, mithin die ganze Bewegung des Magneten *n s* verhindert, und es kann nur *n' s'* mit seinem Pole *n'* und dem Schreibgefässe *g* nach der Rechten aus dem Multiplikator-Rahmen hervortreten. Wird dagegen ein Strom in entgegengesetzter Richtung durch die Leitung geführt, so wird dieser auch die Magnete im entgegengesetzten Sinne abzulenken streben. Es werden daher die Nordpole *n n'* nach der Linken abgelenkt, und daher das andere Schreib-Gefäss *k* aus dem Multiplikator-Rahmen heraustreten, und gegen den Papierstreifen andrücken.

Gleich nach Steinheil, und zwar im Jahre 1840 trat der Engländer Bain mit seinem Nadel-Telegrafen auf, der aber in jetziger Zeit durch den Mechaniker Ekling zum Eisenbahnbetriebe bedeutend verändert worden ist. Diese Einrichtung im Innern will ich hier kurz beschreiben. Die Verbindungen des Bain'schen, so wie aller nachfolgenden Apparate sind in einem eigenen Capitel der Combinationslehre näher erörtert.

Die Ablenkung der Nadel wird durch zwei constante Magnete $A B$, die in halber Kreisform mit ihren gleichnamigen Polen in der Peripherie eines Kreises in dem Abstände von 1—2 Millimetres einander gegenüber stehen, und Lauf-Magnete heissen, bewerkstelliget. Beide Magnete schwingen horizontal und sind an einem Messingarme $b b$ festgeschraubt, der durch eine, in einer Pfanne laufenden verticalen Axe $c c'$ leicht beweglich ist. Die Multiplications-Spirale $m m'$ ist mit dem Draht-Gewinde in eine senkrechte Lage gebracht.

Nach vorne endet dieser Messingarm in die Spitze eines Zeigers z , der vorne mit einem Knopfe versehen, an zwei verschieden gestimmte Metall-Glöckchen anschlägt, und daher sowohl ein acustisches als optisches Signal zugleich gibt. Die Lamellen sind zum Entfernen, um sie, wenn sie schwach werden sollten, wieder magnetisiren zu können, was entweder durch einen constanten, als auch durch einen Electromagneten geschehen kann, wie schon im Capitel über Electromagnetismus abgehandelt wurde, und daher keiner weitem Wiederholung bedarf. Ueberdiess ist noch eine Vorrichtung angebracht, um die zu starke Empfindlichkeit des Apparates in etwas zu mildern. Dieselbe besteht in einem Winkelhebel, dessen Arm sich durch die Drehung einer Schraube, an die Axe mehr oder weniger andrücken lässt, wodurch eine neue Reibung entsteht, und zugleich das Ueberschlagen oder Hängenbleiben der Nadel an dem Glöckchen verhindert wird. Das Ganze ist durch ein Kästchen verschlossen, ober welchem sich ein constanter Magnet, der auch Richt-Magnet genannt wird M befindet, und die entgegengesetzte Polarität zu den beiden Lauf-Magneten haben muss, um die Nadel gleich wieder zurück zu treiben, dieser erste Bestandtheil heisst der Zeichengeber Indicator, oder auch Zeichenbringer u. dgl.

Ein zweiter wesentlicher Bestandtheil ist der, welcher in die Kette und in die Linie eingeschaltet wird, und so eingerichtet ist, dass der Strom bald von rechts bald von links in den Indicator geführt werden kann, und welcher den Namen Cumulator führt. Derselbe ist (Fig. 74) ein Bret A mit zwei hölzernen Tasten I und V , welche ihren Drehpunct bei b in durchgehenden Stiften haben, und sind an den vordern Enden c und d mit Bleikugeln so beschwert, dass sie stets vorne aufliegen, und die Griffe I und V aufwärts stehen. Quer unter den beiden Tasten liegen drei Federn aus Messing oder Neusilber $n o$ und p , die übrigen

leitenden Theile sind im Innern des Bretes verdeckt, und sind in der Zeichnung punctirt. Es sind hierbei dreierlei Stellen zu beachten: erstens die Ruhelage, zweitens die Ablenkung auf rechts, und drittens die Ablenkung auf links.

I. Ruhelage.

(Siehe Stellung I Fig. 75.)

Hier werden die Zeichen von der andern Station empfangen. Es liegen die beiden Tasten *I* und *V* auf der gebogenen Feder *n* auf, und drücken dieselbe mit ihren Enden auf die im Brete eingelassenen Metallstifte *h* und *i* und verbinden dieselben, dagegen sind *o* und *p* von den Stiften *e f g* und *k* getrennt. Der Strom von der entfernten Station tritt daher bei der Klemme *a* ein und geht über *k e h i f g* bei der Klemme *b* hinaus, und in den Indicator, oder er tritt bei *b* ein und dann bei *a* hinaus in den Indicator, und zur Ausgangs-Station wieder zurück.

II. Stellung. Ablenkung nach Rechts auf V.

Wird Taste *V* niedergedrückt, so geht der Local-Strom vom + Pol *K* zur Feder *o* nach Klemme *b*, und tritt bei *y* in den Indicator, und lenkt die Nadel nach Rechts auf *V* hin ab, geht bei *Z* heraus, bei Klemme *a* nach *k* und *p* und zum — Pol *Z* zurück.

III. Stellung. Ablenkung nach Links auf I.

Wird Taste *I* gedrückt, so geht natürlich der Strom den entgegengesetzten Weg von + *K* nach *o*, *e* und *k* bei Klemme *a* hinaus bei *Z'* in den Indicator, und lenkt die Nadel auf *I* ab, tritt bei *y* heraus, und geht durch *b* über *g* und *p* nach dem — Pol *Z* wieder zurück.

Neuerer Zeit wendet man Doppel-Taster statt Comutatoren an. Eine genauere Versinnlichung des Stromlaufes, so wie aller nur möglichen Einschaltungen für 1 — 2 — 3 Stationen, ist im Capitel: „Ueber Combinations-Lehre“ deutlich erklärt. Wir gehen daher, ohne uns lange aufzuhalten, zu den electrischen Zeiger-Telegraphen über. Ich will meinen Lesern die erste ursprüngliche Form, so wie derselbe von *W heatstone* construiert wurde, gründlich vor Augen führen.

Die Zeiger-Apparate.

Die Zeiger-Apparate, deren Entstehung ins Jahr 1840 zurückfällt, sind nichts als telegrafische Signal-Apparate in der Weise, wie die Zeitangabe einer Uhr auf dem Zifferblatte erfolgt.

Wheatstone, dieser geniale, fruchtbare und unermüdete Gelehrte dem die Telegrafie viel zu danken hat, war wieder der erste, der einen solchen Apparat construirte. Er benützte den temporären Electromagnetismus und zeigte, dass es möglich sei, durch Verbindung mit einer mechanischen Kraft dem Wirken eines Electromagneten eine gleichmässige kreisrunde Bewegung zu ertheilen, die nur in einem Sinne vor sich gehen dürfe. Je complicirter ein Apparat ist, desto weniger wird vom Beobachter gefordert; je einfacher aber derselbe ist, um so mehr ist er der Intelligenz des Beobachters unterworfen. Wheatstones Apparat bestand nur aus zwei Theilen, 1. dem Indicator oder Zeichengeber und 2. dem Communicator, durch welchen die Zeichen hervorgebracht wurden. Fig. 76 zeigt im Kleinen die vordere so wie die hintere Ansicht des Indicators.

Die vordere Ansicht des Apparates, wie es die Zeichnung zeigt, sind zwei Scheiben. Die vordere Scheibe *S* ist von Kupfer und hat einen Ausschnitt, durch welchen immer ein Buchstabe, eine Zahl und eine Dienstphrase auf einmal zum Vorschein kommt, welche an der hinter der Kupfer-Scheibe drehbaren Papier-Scheibe *A 9 ** eingetheilt sind, und immer einen Augenblick verweilen. Die hintere Ansicht Fig. 77 ist etwas anderer Art. *M* ist ein einfacher stimmgabelförmiger Electromagnet; mit seinem Drahtgewinde *A* ist dessen Anker, welcher einen Ansatz trägt, der in zwei Arme *c d* ausläuft, welche ihrerseits in ein um ihre Axe sich drehendes Steigrad *p* eingreifen, und bei Schliessung der Kette dasselbe immer um einen Zahn, also folglich um einen Buchstaben weiter fortrücken. *f* ist eine Feder, welche nach jedesmaliger Strom-Unterbrechung den Anker vom Electromagneten wieder abreisst, und durch das Entgegenströmen des Armes *c* die Rückwärtsbewegung des Steigrades und somit der Buchstaben-Scheibe *A 9 ** verhindert. Ueber das Ganze ist ein Kasten angebracht, und unten am Gestelle befinden sich zwei Klemmen *i* und *k* zum Einschalten der Pole der Batterie.

Der Communicator (Fig. 78) besteht aus dem zeichengebenden Apparate und der Batterie. Der $+$ Pol derselben steht in fester Verbindung mit dem Ende *n* des Leitdrahtes. Der $-$ Pol ist mit dem Drahte *p* verbunden. Ausserdem ist das Ende des Leitdrahtes *n* noch mit der Messing-Säule *l* verbunden. *l* steht auf einer Messing-Feder, welche wenn sie frei ist, sich gegen einen an dem Messing-Säulchen *m* befestigten Seitenstift von unten anlegt, und dann das Säulchen *l* oder den $+$ Pol *n* der Batterie mit *m* und dem andern zum Indicator führenden Leitdrahte *p'* verbindet. Das Buchstabenrad des Communicators, welches eben so eingerichtet ist wie die Scheibe des Indicators, trägt lange und kurze Speichen, die den Buchstaben genau gegenüber stehen, und in ihrer verticalen Lage durch die Feder *f*, die Verbindung der beiden Messing-Säulchen *l* und *m* zur Folge hat.

Der Zeiger des Indicators zeigt auf $\bullet$, die zwischen Z und A stehende, mit $\bullet$ bezeichnete lange Speiche des Communicators steht vertical abwärts; die Batterie ist also nicht geschlossen, weil die Feder f dadurch abwärts gedrückt wird, und daher von dem Stifte der Messing-Säule m entfernt wird.

Ist z. B. das Wort „Amt“ zu telegrafiren, so wird nach vorausgegangenem Wecker-Signale, welches auf verschiedene Art eingerichtet werden kann, die kurze Speiche A vertical nach abwärts gestellt. Die Batterie ist geschlossen, weil jetzt f mit m in innige Verbindung tritt, und der Strom geht vom $+$ Pol der Batterie durch den Draht n zur Säule l durch die Feder f zu m unter dem Brete fort durch den Leitdraht auf die entfernte Station, wo er den Electromagneten im Indicator durchläuft, und durch den zweiten Leitdraht p wieder zum $-$ Pol der Batterie zurückkehrt, dadurch springt der Zeiger des Indicators auf der andern Station auf A . Wird das Communicator-Rad nun weiter gedreht auf B , so trennt die Speiche, welche länger ist, als die bei A , die Feder zwischen m und l von der Säule m und unterbricht den Strom, demgemäss springt auch der Zeiger des Indicators oder die Buchstaben-Scheibe mit dem Buchstaben B vor den Ausschnitt der Kupfer-Scheibe S und repräsentirt den Buchstaben B , der aber als ein ungiltiger Buchstabe nicht verweilt, sondern gleich wieder dem Buchstaben $C D E F G$ bis zu M Platz macht, der als der zu signalisirende Buchstabe auch längere Zeit verweilen muss, und so geht es fort bis auch der Buchstabe T signalisirt ist; wo dann durch ein längeres Verweilen, als das erste war, das Ende des Wortes angezeigt wird. Jetzt wird statt dem zweiten Leitungsdrahte das feuchte Erdreich benützt, und es kommt eine Klemme des Indicators der einen Station mit einer Erdplatte in Verbindung, eben so der $-$ Pol der Batterie der andern Station, so dass der Strom seinen Rückweg durch das feuchte Erdreich antritt, und auf diese Art die Hälfte des Leitdrahtes erspart wird.

In der so eben beschriebenen Form ist der Zeiger-Telegraf *Wheatstones* auf den Eisenbahnen Englands im Betriebe.

Wenn aber der Anker des Electromagneten das Zahnrad, und dieses die Buchstaben-Scheibe, oder wenn ein Zifferblatt angewendet wird, den Zeiger mit Sicherheit bewegen soll, so muss die anziehende Kraft des Electromagneten sehr stark sein, und setzt daher eine sehr starke Batterie voraus. *Wheatstone*, der sogleich diesen Uebelstand erkannte, übertrug daher die Bewegung des Indicator-Zeigers oder der Buchstaben-Scheibe einem besonderen Laufwerke, das wenn es nicht gehemmt wäre, den Scheiben-Zeiger unausgesetzt rund treiben würde, aber durch ein eigenes Echappement-Rad das, vom Strome bewegt, bald gesperrt, bald losgelassen wird, und so eine sprungweise Bewegung annimmt. Die Wirkung und die Construction eines solchen Hemm-Rades ist in der Fig. 79 ersichtlich.

Das gezahnte Rad würde durch das ablaufende Gewicht, dessen Schnur um die Axe des Rades geschlungen ist, eine fortwährende Drehung annehmen. Aber es befindet sich hinter dem Rade selbst ein um eine fixe Axe drehbares Pendel mit einem Anker, der mit zwei Lippen versehen, in die Zähne des Echappement-Rades greift. Die Figur 79 stellt das Pendel gerade in der Lage vor, wo es seine äusserste Stellung links hat. — Die Lippe *b* hält hier den Zahn 1 fest, aber das Pendel geht in Folge des Gewichtes von dieser Stellung sofort nach der rechten Seite über; *b* hebt sich und der Zahn 1 wird frei, das Rad dreht sich in der Richtung des Pfeiles, jetzt geht aber die Lippe *a* nieder und hemmt den Zahn 2. Erst wenn das Pendel wieder links schwingt, wird das Rad einen Augenblick frei und dreht sich um einen Zahn in derselben Richtung weiter, folglich geht auch der Zeiger oder die Buchstabenscheibe ebenfalls, weil beide mit dem Hemmrade correspondiren, um einen Buchstaben weiter. Jetzt in neuerer Zeit vertritt die Stelle des Pendels ein Electromagnet und das Gewicht des Pendels, eine Spiralfeder. Der Inducator mit seinem Laufwerk ist Fig. 80 ersichtlich. *R* ist eine mit dem Spiralarade verbundene Rolle, über die die Gewichtsschnur geht, *s* der Sperrhaken und *c* die diesen Haken niederdrückende Feder. Das Gewicht *G* dreht die Räder II und III in der Richtung der Pfeile herum, und zwar das Rad III rechts und das Rad II links. Die Axe des Rades III trägt einen Zeiger *zz*, welcher die am Rande eines Zifferblattes eingegrabenen Buchstaben und Ziffern andeutet. *M* ist der Electromagnet, dessen Eisenkern *x* aus der Drahtrolle hervorsieht. Am Boden des Gestelles sind Messingklammern zum Einschalten der Pole und der beiden Leitdrähte angebracht, und zwar die Klemme *a* zum Einschalten des — Poles der Batterie, die Klemme *a'* zur Verbindung des Communicators, statt welchem in ganz neuer Zeit auch ein gewöhnlicher Morsee-Taster angewendet wird; und die Klemme *b* zur Luftleitung nach der andern Station. Ausserdem sind noch in den Klemmen *a* und *b* die beiden Enden des Multiplications-Drahtes festgeklemmt. *K* ist eine Säule von Messing, welche eine micrometrische Schraube *q* trägt, mittelst welcher durch die mit ihr verbundene Spiralfeder *f*, der Hebel *h* und somit dessen Anker *v* von den Polen des Electromagneten mehr oder weniger entfernt werden kann, je nach Erforderniss des zirkulirenden Stromes.

Das Echappement, welches am Hebel *h* befestigt ist, theilt natürlich die Bewegung des Hebels, welcher bei Schliessung der Kette vom Electromagneten angezogen, und bei Oeffnung der Kette von der Spiralfeder *f* wieder abgerissen wird, und greift in die Zähne des Rades III ein und lässt das Räderwerk in sprungweiser Bewegung ablaufen. Der Zeiger *zz*, der auf der Welle des Rades fest sitzt, theilt daher dessen Bewegung und

springt auf dem Zifferblatte von einem Buchstaben zum folgenden. Die Verbindungen mehrerer Stationen mit Morsee-Tastern und Zeiger-Apparaten folgen in der Combinationslehre nach.

Sowohl Deutschland, Frankreich, als auch England hat die mannichfaltigsten Formen von Zeiger-Apparaten. Fardeli, Kramer, Drescher, Siemens und Halske haben diese Telegrafen ungemein verbessert. Jedoch bleiben dieselben immer die langsamsten. Nach einem Versuche von Dr. Steiner braucht eine Depesche mit 20 Worten: am Morsee-Apparat 1 Minute 30 Secunden, am Glockenrelais von Steinheil 3 Minuten, am Bain-Apparate 8 Minuten und am Zeiger-Telegrafen 14 Minuten. Jeder sieht nun selbst die Vorzüge benannter Apparate leicht ein. Stöhrer hat in neuerer Zeit statt der galvanischen Batterien die magneto-electrische Rotationsmaschine, die er selbst construirt hat, für diese Apparate in Vorschlag gebracht, und sie entsprechen diesem Zwecke so vollkommen, wie die stärkste galvanische Batterie. Diese Maschinen sind im September 1847 zuerst auf der sächsischen Linie, welche sich von Leipzig nach Hof, also 20 deutsche Meilen weit erstreckt, eingeführt worden. Durch Vergrößerung der Maschine kann natürlich auch die Länge der Linie ohne Stromverlust zunehmen. Der Preis eines solchen Apparates ist sammt dem Indicator ohne Verpackungs- und Transportkosten 200 Thaler. In Baiern wird die telegrafische Linie, welche Hof, Bamberg, Nürnberg, Augsburg, München und Kaufbeuren verbindet, ebenfalls mit 56 solchen Stöhrer'schen Apparaten aufs beste ausgerüstet.

Der amerikanische Druck-Telegraf von Morsee.

Neben den Namen Steinheil und Wheatstone, steht der Name Morsée in den Reihen der ersten Begründer der electrischen Telegrafie. Seit dem Jahre 1832 studierte Morsée mit unermüdetem Eifer an der Verbesserung seines damaligen Princip, und kam endlich nach vielen mühseligen und kostspieligen Versuchen zu dem glänzenden Erfolge, dass es möglich sei, alle Buchstaben, Ziffern oder andere Phrasen auf höchst einfache Weise und mit erstaunenswürdiger Schnelligkeit mittheilen zu können, und zwar mit einer einzigen Drahtkette, d. i. mit zwei Leitdrähten, wovon jetzt aber durch die Entdeckung Baumgartner's und Steinheil's auch noch der zweite Leitdraht durch die feuchte Erde vertreten wird. In neuerer Zeit sind diese Telegrafen beinahe in ganz Europa schon in Anwendung, und was dieselben noch an Schwerfälligkeit hatten, wurde durch die Leistungen Robinson's, Halske's und Stöhrer's vollkommen beseitigt. Es sind in diesem Apparat dreierlei Kräfte zu einer Combination

vereint: Electromagnetismus, Galvanismus und Mechanismus. Dieser Apparat gibt nur zwei Elementarzeichen: einen Punct und eine gerade Linie, welche der Telegrafist durch eine sehr einfache Handbewegung mittelst eines Tasters in beliebiger Gruppierung und mit erstaunlicher Geschwindigkeit zu entwickeln vermag. Diese Zeichen prägen sich durch einen Stahlstift, der durch Electromagnetismus in Bewegung gesetzt wird, einem auf der andern Station sich abwickelnden Papierstreifen ein, und repräsentiren einzeln oder in Gruppen zu 2, 3, 4 Strichen oder Puncten die Buchstaben und Zahlen. So wie der Morsée'sche Telegraf gegenwärtig in Anwendung ist, besteht derselbe aus 5 Theilen, nämlich I. dem Schreibapparate, II. dem Relais, III. dem Taster, IV. der Linienbatterie und endlich V. aus der Localbatterie. In der Zeichnung ist hier der Apparat in verticaler Projection abgebildet. Fig. 81. ist das Messinggestelle sammt dem Räderwerke und dem Electromagneten, aus welchem der Hebel mit dem Anker und dem Stahlschreibstifte Fig. 82 herausgenommen ist. Fig. 83 stellt die beiden Walzen vor, durch welche sich der Papierstreifen hindurchzieht. Zur leichteren Versinnlichung des Ganzen erscheinen die Haupttheile des Apparates in der Zeichnung separat.

M ist der Electromagnet, derselbe besteht am gewöhnlichsten aus zwei geraden Eisencylindern, die senkrecht auf einer eisernen Platte befestigt sind und einen einzigen halbstarcken, in vielen, manchmal 3 bis 400 Umwindungen bestehenden Kupferdraht aufnehmen. Das eine Ende dieses Drahtes ist in der Klemme *a*, das andere Ende in der Klemme *b* festgeklemmt. Die beiden Eisenkerne *p* dieses Electromagneten, von dem aber hier in der Zeichnung nur der eine sichtbar ist, ragen etwas aus der Drahtrolle heraus. *A* ist das Messinggestelle, in welchem das erforderliche Räderwerk sich befindet, von dem hier nur die Zapfenlagen sich zeigen. *B* ist der Ständer, welcher dem Hebel *HH'* zugleich als Zapfenlager dient. *k* ist eine Regulirschraube, welche dem verticalen Arme *l* des Hebels *HH'* die Bewegung mehr oder minder gestattet. *S* ist ein Messingständer mit einer Regulierungsschraube 1 und einer Druckschraube 2 versehen, letztere zur Feststellung der ersten und dient ebenfalls zur Regulirung des Hebels *HH'*. Der Hebel *HH'* (Fig. 84) hat, wie schon bemerkt, seinen Drehpunct bei *N* in dem Ständer *B*. Dieser Hebel ist ein doppelarmiger, welcher seinen zweiten Arm vertical nach abwärts und bei *o* einen kleinen Ansatz ebenfalls von Messing trägt, in welchem das eine Ende der Spiralfeder *f* eingeklemmt wird, während dem das andere Ende mit der Schraube 3 in dem Ständer *S* in Verbindung steht, um durch diese Schraube ebenfalls nach Erforderniss des Stromes eine höhere oder mindere Stellung bezwecken zu können. Vorne bei *H'* ist der Hebel gespalten und trägt eine Bohrung von unten

nach oben, in welche eine Mutter eingeschnitten ist, durch welche sich ein Stift aus Stahl, der mit einem Gewinde versehen ist und am obern Ende zugeschliffen wird, hindurchbewegt, um denselben höher oder niedriger stellen, und durch die kleine Druckschraube d in der erforderlichen Stellung festhalten zu können. nn' sind die Stahllaxen des Hebels, welche in Spitzen zulaufen, und in die Höhlungen der zu beiden Seiten des Messingständers B im Schreib-Apparate befindlichen zwei Limitierungsschrauben, wovon hier nur eine in der Fig. 85. angegeben ist, nämlich C einpassen müssen. Daher diese Schrauben bei o ausgehöhlt sind. a ist der Kopf der Schraube und b ist ein beweglicher Schraubenkopf, der sich am Cylinder der Schraube C ab- und aufwärts bewegt, um die Stellung dieser Schraube befestigen zu können. A ist der eiserne Anker, welcher cylinderförmig ist, weil, wie bekannt, schon beim Electromagnetismus bemerkt wurde, dass, je kleiner die Berührungsfläche des Ankers, auch desto grösser dessen Tragkraft ist. q ist eine kleine Stahl-druckschraube, um den in den Hebel H' hineingeschobenen Anker A auch festhalten zu können. Der Hebel kömmt also nach seinem Einpassen in den Schreib-Apparat über folgende Punkte zu stehen, als: der Anker A über die Pole des Electromagneten M . Das Ende des Hebels H' über die Schraube 1 des Ständers S , die Axen $n n'$ des Hebels in die Oeffnung N des Ständers B , das heisst, nachdem früher schon die beiden Limitierungs-Schrauben C in die Oeffnung eingeschraubt sind, um den Axen-Spitzen des Hebels sogleich als Pfannen-Lager zu dienen. Der Ansatz o des Winkel-Armes l steht durch die Spirale f mit der Regulierungsschraube 3 des Ständers S in Verbindung, und endlich kommt die Spitze des Schreib-Stiftes S im Hebel, gerade in die Rinne der oberen Walze 5 (Fig. 86) zu stehen, die der unter ihr befindlichen zweiten, aber keine Rinne enthaltenden Walze 4 die Bewegung in entgegengesetzter Richtung mittheilt, und auf diese Weise einen von einer Messingrolle sich abwickelnden Papierstreifen mit sich hindurchzieht, welches durch das ablaufende Räderwerk bewerkstelliget wird, indem man die am Gestelle des Schreib-Apparates von aussen sich befindende kleine Kurbel W nach der rechten Seite auf den Stift i zurückzieht, wodurch die auf den Windflügel, welcher in IV sein Zapfen-Lager hat, sich anstemmende im Innern des Gestelles sich befindende Messing-Feder zurückgelegt, und somit der Apparat in Thätigkeit versetzt wird. I im Schreib-Apparate bezeichnet das Sperr-Rädchen eigentlich hier in der Zeichnung nur die Scheibenfläche desselben, welches durch einen Schlüssel, der genau auf das Viereck der Welle passt, umgedreht wird, und dabei ein an einer Kette hängendes, und um das Steig-Rad II sich schlingendes Gewicht von 15 — 20 Pfunde aufzieht, und durch den Sperrhaken x und die sich daran stemmende Feder z in seiner Bewegung gehemmt wird,

und nur dem Steigrade *II* die Bewegung in der Richtung nach links gestattet. Dieses Steig-Rad *II* greift in den Trieb des Rades *III*, welches durch das Getriebe *IV* einen Windflügel in Bewegung setzt, um dadurch dem Gange des Räderwerkes Gleichförmigkeit zu ertheilen. Zu gleicher Zeit greifen auch die Zähne des Steigrades *II* in die Zähne der oberen Walze 5, welche ihre Bewegung dann der zweiten Walze in entgegengesetzter Richtung mittheilt, durch welches der Streifen Papier dann fortbewegt wird. Die Signale bestehen wie schon gesagt, aus Puncten und Strichen, in einer oder mehreren Gruppen. Sobald nun ein galvanischer Strom durch die Drahtwindungen des Electromagneten *M* hindurch geht, wird der Anker *A* angezogen, in dessen Folge der Schreibstift *S* in die Höhe geht, und in den Papierstreifen gegen die Rinne der Walze 5 hin eine Vertiefung macht. In demselben Augenblicke als aber der Strom unterbrochen wird, reisst die Spiral-Feder *f* den Hebel-Arm mit dem Schreibstifte *S* von der Rolle zurück, und der Stift kann daher nicht mehr an das Papier andrücken. Dauert also der galvanische Strom nur einen Augenblick, so macht der Stift nur einen Punct, dauert er länger, so wird eine Linie auf dem sich gleichmässig fortbewegenden Papierstreifen. Wird der Strom einen Augenblick unterbrochen und gleich darauf wieder hergestellt, so entstehen Lücken oder Pausen zwischen den Eindrücken des Papiere. Auch wendete man früher an diesen Apparaten, und zwar an der hintern Aussen-seite desselben, an der Welle des Steig-Rades *II* eine Scheibe mit einer Furche angebracht, um welche eine Seidenschnur herumgeführt ist, und sich um eine zweite Messing-Scheibe anlegt, welche an ihrer Axe im Innern des Gestelles eine kleine Bremse trägt, welche sich im Ruhezustande des Apparates gegen den Wind-Flügel anstemmt, und das Ablaufen des Räderwerkes verhindert. Hier löst nun der galvanische Strom das Räderwerk selbst aus, und bringt selbes nach seiner Unterbrechung wieder zur Ruhe. Man wendet diese Vorrichtung aber nie an, indem sie doch etwas unsicher bleibt, und in einem jeden Bureaux ohnehin immer Jemand zugegen sein muss, daher man sich bloss der kleinen Kurbel *W* bedient.

Die verschiedenen vorhin beschriebenen Bewegungen des Schreibstiftes werden nun bewirkt durch den Taster.

I. Der Taster.

Der Taster erscheint hier in der Zeichnung ebenfalls zerlegt. Er muss folgende Einrichtung haben:

1. Er muss, wenn der Telegraf auf jeder Station ohne Wirkung ist, die Linien- so wie die Local-Batterie offen erhalten, damit dieselben nicht ohne Zweck zersetzt, und abgenützt werden.

2. Muss er im Ruhestande stets die Leitungskette geschlossen erhalten, damit von jeder Station und zwar in jedem Augenblicke der fremde galvanische Strom durch denselben zirkuliren könne.

3. Er muss in diesem Zustande mit dem Relais in Verbindung stehen, d. h. der Strom muss vom Relais zum Taster ohne Hinderniss gelangen können; eben so muss er mit dem Relais der entfernten Station communiciren, damit dieser durch das Anziehen seines Ankers die Local-Batterie schliesse, und den mit derselben Batterie in Verbindung stehenden Schreib-Apparat in Bewegung setze. Endlich muss er noch

4. im Stande sein, selbst jeden Augenblick, die mit ihm zusammenhängende Linien- oder besser gesagt, die Haupt-Batterie zu schliessen, um einen Strom nach der andern Station hinzusenden, womit er aber gleichzeitig seine Verbindung mit dem Relais in seinem eigenen Locale aufheben muss, damit der abgeschickte Strom, ohne vorher den eigenen Relais zu durchlaufen, direct auf die entfernte Station wirke.

Durch diese letzte Einrichtung wird nun der Hauptzweck erreicht, dass das Räderwerk auf der Station, welche die Depeche aufgibt, stille steht, und nur auf der empfangenden Station in Thätigkeit gesetzt wird. Dieser Taster ist von Halske construirt, und nur in neuerer Zeit, so wie dies in Fig. 87 und 88 ersichtlich ist, einigermaßen verändert worden.

A ist die hölzerne Gestell-Platte, welche am Tische zu den andern Apparaten angeschraubt wird. *C* ist eine auf dieser Holz-Platte festgeschraubte Messing-Platte, welche mit zwei Ohren die nach aufwärts stehen, versehen ist, in welchen sich Bohrungen befinden, um die Axe *a a'* des eigentlichen Hebels *T* aufzunehmen. Am Ende dieser Platte *C* ist ein kreisrundes Stück Messing *d'*, welches durch einen Ring von Elfenbein vor Berührung der Messing-Platte *C* geschützt ist. Dieses Metallstück geht nun durch die Holzplatte *A* ebenfalls hindurch, und steht durch einen Draht in Verbindung mit der Klemme 1. Die Messing-Platte *C* selbst ist in Verbindung mit der Klemme 2, und der kleine Metall-Amboss *g'* mit der Klemme 3. Der eigentliche Hebel *T* ist von Messing, bei *K* mit einem isolirenden Knopfe versehen, und hat bei *a a'* seine Axen, welche, wenn sie in das Gestell eingepasst werden, in die Ohren *b b'* der Messing-Platte *C* zu liegen kommen. Bei *g* trägt der Messing-Hebel einen metallenen Vorsprung, welcher gerade über den Amboss *g'* zu stehen kommt, und nur durch die aufwärts drückende Stahlfeder *f*, von der Berührung mit demselben abgehalten wird. Vorne bei *T* geht eine Regulirungs-Schraube durch den Hebel, welche mit ihrer Spitze *d* auf dem isolirten Messingstücke *d'* der Gestell-Platte *C* fest aufliegt, die höhere oder niedere Stellung des Hebels, so wie durch die Schraubenmutter 5, die befestigende

gewünschte Stellung erhält. Drückt man nun bei dem Griffe K nieder, so wird natürlich die Verbindung mit d und d' , folglich auch mit der Klemme 1 aufgehoben; dafür tritt aber jetzt g mit g' und dadurch die Klemme 2 und 3 mit einander in Verbindung, weil durch die metallische Verbindung des Messingstückes C auch die Axe des Hebels und somit auch g mit g' und dann auch natürlich mit Klemme 3 in Berührung geräth. Diese Stellung des Tasters nennt man daher die geschlossene, oder die sprechende Stellung desselben. Lässt aber der Druck auf K nach, so tritt durch den aufwärts gerichteten Druck der Stahlfeder f , wider g mit g' ausser, aber dafür d mit d' und Klemme 1 in innige Verbindung, und diese Stellung des Tasters wird die offene, empfangende oder auch die Ruhestellung desselben genannt. Der Taster öffnet sich also von selbst. Um die Verbindung des Tasters zu begreifen, muss früher das Relais als ebenfalls wesentlicher Bestandtheil erörtert werden.

II. Der Relais.

Die frühere Schwerfälligkeit des Morse'schen Telegrafen eigentlich aber der Umstand, dass man auf grosse Entfernungen nicht mit Genauigkeit signalisiren konnte, weil natürlich die Länge des Leitungsdrahtes schon einen grossen Widerstand bot, und daher eine grosse Kraft dazu gehörte, den Hebel und Schreibstift des Apparates mit der Schnelligkeit des Tasters gleichen Schritt halten zu lassen, wurde durch Robinson und Halske siegreich beseitigt, und zwar durch den Relais, auch Uebertrager genannt, der nun statt des früheren Schreib-Apparates in die Leitungskette eingeschaltet wird, und durch das Anziehen seines Ankers erst eine eigene Local-Batterie schliesst, welche den in der Nähe stehenden Apparat mit der grössten Genauigkeit und Schnelligkeit zu bewegen vermag. Der Schreib-Apparat ist also jetzt von der Linie unabhängig. Wir wollen nun die Einrichtung dieses Relais näher kennen lernen. Die Fig. 89 und 90 zeigt ihn so, wie er in neuester Zeit von Ekling in Wien verfertigt wird. $m m'$ ist der Electromagnet mit 2- bis 3000 Umwindungen eines äusserst feinen gut übersponnenen Kupferdrahtes. A ist der breite Anker desselben, der an dem kürzeren Ende des Hebels $H H'$ durch die mittlere Schraube festgeschraubt ist. Die zwei andern Stahlschrauben des Ankers $i i'$ gehen durch den Anker selbst durch, und ruhen mit ihren sehr feinen Spitzen in den kleinen Vertiefungen der aus dem Electromagneten hervorragenden zwei Eisenkerne, und dienen demselben gleichsam als Axe. Wenn nun ein Strom durch den Relais circulirt, so wird der Electromagnet $m m$ magnetisch, zieht seinen Anker A an sich, und es geht das Ende des Hebels H abwärts, und das andere Ende H' aufwärts. Eine Spiralfeder

f , welche bei H' und P befestigt ist, zieht den Anker A , wenn der Strom unterbrochen wird, von den Polen des Electromagneten wieder ab.

Die Distanz des Ankers von dem Electromagneten beträgt höchstens 1 — 2 Millimetre. Uebrigens richtet sich dieses nach der Stärke des von der entfernten Station kommenden Stromes. Eben so muss auch die Spannung der Feder f im gleichen Verhältnisse zur Strömung sein. Daher trägt die Säule D , welche von Messing ist, einen festen horizontalen Arm R , der eine Schraube $g g$ in senkrechter Stellung erhält. Die Platte P , die die Feder hält, ist mittelst eines Schraubengewindes durch die Schraube $g g$ verschiebbar. Die Schraube $g g$ ist sehr fein geschnitten, und steht mit ihrem Ende auf dem messingenen Fuss der Säule D auf. Es bezweckt daher eine Drehung dieser Schraube nach rechts oder nach links auch eine Verschiebung der Platte P nach oben oder unten, und somit auch eine stärkere oder schwächere Spannung des Spirales f . Der messingene Ständer S trägt zwei fein geschnittene Schrauben k und l , zwischen deren Spitzen das Ende des Hebels H sich auf- oder abbewegen kann. Die Spitze der oberen Schraube K ist von isolirender Substanz z. B. Glas, Stein u. s. w., oder man isolirt auch gewöhnlich die Spitze des Hebels H durch Elfenbein-Plättchen an der oberen Stelle, wo derselbe die Schraube K berührt. Die untere Schraube l ist aber ganz metallisch. Der Spielraum zwischen diesen zwei Schrauben ist auch sehr gering, und richtet sich ebenfalls nach der Strömung.

Die untere Schraube l ist so gestellt, dass das Ende H sogleich mit der Schraubenspitze in Berührung tritt, wenn der Anker A von den Polen des Electromagneten angezogen wird.

Wenn kein Strom cursirt, so lehnt die Hebelspitze H an der oberen isolirten Schraube K , weil sich die Spiralfeder f jetzt in Thätigkeit zeigt. Die Messingständer S und D sind durch ein untergelegtes Elfenbeinplättchen von der Berührung mit der Messingplatte A , welche wieder auf ein Holzbret geschraubt ist, geschützt. $a b$ sind zwei mit elfenbeinernen Ringen umgebene Bohrungen, durch welche die zwei Drahtumwindungsenden $a' b'$ hindurch gehen, und unter dem Bret fortgeleitet, und in den Klemmen 3 und 4 festgeklemmt sind. Klemme 5, welche mit 4 eine Doppelklemme bildet, hat die Aufgabe, den zurückkehrenden Strom zur Batterie zurück zu leiten. Klemme 1 und 2 sind Pol- und Zuleitungs-Klemmen. Klemme 1 zur Einschaltung des Local-Kupferpoles. Klemme 2 als Zuleitungsklemme zum Schreib-Apparat. Ausserdem steht noch Klemme 1 mit dem Ständer S und Klemme 2 mit dem Ständer D durch einen Draht unter dem Bret in fester Verbindung.

Der fremde Strom durchläuft die Windungen des Electromagneten im Relais, indem er bei Klemme 4 ein- und bei Klemme

3 wieder austritt, durch den Taster seinen Weg zurücklegt, und durch die Erdleitung seinen Weg nach seinem Ausgangsorte wieder zurück nimmt.

Durch die vielen Widerstände und Nebenschliessungen die in einer Telegrafienlinie entstehen, geschwächt, magnetesirt der Strom den Relais nur schwach. Aber die magnetische Kraft hat nun nichts weiter zu thun, als den leicht beweglichen, in der Nähe befindlichen Anker A anzuziehen, und dazu ist wie schon bekannt, keine grosse Kraft erforderlich. Sobald dieses aber geschieht, so tritt das Hebelende H mit der Schraube l in innige Verbindung, und schliesst dadurch die in der Klemme 1 eingeschaltete Local-Batterie, und der Strom derselben zirculirt augenblicklich vom $+$ Pol der Batterie zur Klemme 1 des Relais, von hier nach S zu l , über H und H' durch f zu P durch den Draht zur Klemme 2, von hier durch den Zuleitungsdraht z zum Schreib-Apparat, wo er bei Klemme b ein- und bei a austritt, und wieder zum $-$ Pol seiner Batterie zurückkehrt; welches bezweckt, dass der Schreibstift genau den Bewegungen des Relais folgt. Nachdem der Strom der Local-Batterie beliebig verstärkt werden kann, so sieht jeder ein, dass ein so gestalteter Relais mit grösster Energie auf den Schreib-Apparat zu wirken vermag, und daher vollkommen seinem Zwecke entspricht. Im Jahre 1845 deponirte Morse bei der amerikanischen Gesandtschaft zu Paris einen solchen Apparat, nur in etwas veränderter Form als der von Robinson und Halske. Die Verbindung dieser drei Stücke, als: Schreib-Apparat, Taster und Relais, principiell durchgeführt, ist in meiner Combinationslehre wie ich glaube, so deutlich durchgeführt, dass jede wie immer gestaltete Verbindung ersichtlich wird.

III. Linien-, und IV. Local-Batterie.

Ueber diese zwei Punkte erübrigt eigentlich nicht viel zu sagen was nicht schon im Kapitel über Batterien erklärt worden wäre; und nur noch die Einschaltung will ich hier deutlicher erklären.

Die Linien-Batterie muss aus mehreren Batterien, deren Anzahl sich nach der Entfernung der Stationen und deren minderen oder besseren Isolirungsgrad richtet, bestehen; und wird eingeschaltet mit dem $+$ Pol in die Klemme 2 des Tasters, und mit dem $-$ Pole in die Klemme 5 des Relais.

Die Local-Batterie braucht nur aus einer Batterie zu bestehen, und nur im Nothfalle verstärkt zu werden. Sie wird eingeschaltet mit dem $+$ Pole in die Klemme 1 des Relais, und mit dem $-$ Pol in die Klemme b des Schreib-Apparates selbst. Die Zeichnungen zu dem Kapitel über die Combinationslehre dürften dies besser versinnlichen. Nur muss ich meine Leser nochmals ersuchen, sich die hier detaillirten Verbindungen und Klemmen

der einzelnen Apparate wohl eigen zu machen, damit sie dann die Combination sämmtlicher Apparate, wobei ich mich zur Erleichterung strenge an die schon einmal hier bezeichneten Buchstaben halten werde, desto schneller auffassen, was wie ich glaube, nicht mehr schwer fallen dürfte.

Man sieht nun von selbst leicht die Vorzüge dieses Telegrafens ein. Er entwickelt in der Hand eines geübten Telegrafisten 100 — 120 Buchstaben in einer Minute, während welcher der beste Zeiger-Telegraf kaum 20 derselben entwickelt. Es ist hierbei nur eine Schwierigkeit, nämlich diese: sich bei dem Telegrafiren die erforderliche Schnelligkeit und Sicherheit in der Handbewegung, eben so wie im Gruppiren und im Lesen dieser Zeichen bestmöglichst eigen zu machen, um den vielen Missverständnissen vorzubeugen, welche durch eine schlechte Gruppierung dieser Schrift entstehen. Morse dieser geniale Mann, hat aber auch für dieses eine Abhilfe erdacht, um das Operiren mit seinem Telegrafen Jedem, der nur ordentlich lesen kann, leicht zugänglich zu machen. Diese Vorrichtung besteht aus einer Tafel, die aus Leitern und Nichtleitern der Electricität zusammengesetzt ist, und aus einem Griffel. Die Fig. 91 versinnlicht diese schöne Erfindung. Sie ist unter dem Namen der Schreib-Platte oder auch der A-B-C Tafel Morse's bekannt. Sie ist zwar nicht in Oesterreich, aber doch in ganz Preussen, in Bremen, in Cuxhafen u. s. w. in Anwendung. *A* stellt diese Tafel vor, wovon die schwarzen Rechtecke von Metall und die weissen übrigen Theile von Elfenbein sind. Es ist wohl nicht das neue A-B-C vom Jahre 1851, aber doch das nämliche, welches Morse selbst gebildet hat, und welches auf die mannigfaltigste Weise combinirt werden kann. *B* stellt die Batterie, *P* die Erdplatte, *L* die Luftleitung, *R* den Schreibapparat, *m* den Zuleitungsdraht und *G* den Griffel vor.

Die schwarzen Rechtecke, welche die eigentlichen Buchstaben bilden, sind von Metall und gehen durch das Elfenbein fest anliegend durch, und sind unterhalb der Elfenbeinplatte *A* an einer gemeinsamen Metallplatte *DD'* angelöthet. Diese Leitplatte *D* kommt nun statt des Ambosses *g'* im Morse-Taster in die Kette, und zwar durch den Draht *m* mit dem Schreibapparate *R*; der Luftdraht *L* ist mittelst eines dünnen Spiraldrahtes an den isolirten Griff des Griffels fest gemacht, und geht durch denselben hindurch, wo er in eine Platinaspitze endet. Setzt man nun diesen Griffel auf eines der Metallstücke der Platte *A*, so wird die Batterie *B* so geschlossen, als ob der Taster auf den Amboss niedergedrückt würde.

Der Strom zirculirt vom $+$ Pole nach dem Apparat *R*, setzt diesen in Bewegung, geht durch den Draht *m* zur Klemme der Metallplatte *DD*, von hier zu der Platte, auf welcher der

Griffel zu liegen kommt, durch den Griffel hindurch in den Luftdraht *L* zur andern Station, wo er ebenfalls *R* bewegt und in die Erdplatte geht, von wo er seinen Weg bis zur Stations-Erdplatte *P* durch das feuchte Erdreich nimmt, und von hier zum — Pol der Batterie zurückkehrt. Eben so muss auch im Ruhezustande, wenn nicht correspondirt wird, der Griffel stets auf dem Metall der Platte *A* ruhen, damit von der entfernten Station durch den Luftdraht in jedem Momente ein Strom cursiren könne. Wenn der Griffel nun tactmässig geführt wird, so strichelt der Schreib-Apparat in demselben Längenverhältnisse die Buchstaben auf dem Papierstreifen mittelst des Schreibstiftes getreulich nach.

Der electromagnetische Wecker-Apparat.

Dieser Apparat ist für den Telegrafen-Beamten beinahe unentbehrlich, indem zur Nachtzeit oder wenn derselbe in irgend einem Nebenzimmer beschäftigt ist, die Aufmerksamkeit desselben durch eben diesen Apparat angeregt wird.

Ohne diesen Apparat würde es sehr schwer halten, den Beamten, der vielleicht eingeschlafen wäre, durch das blosses Klappern des Relais, besonders wenn die Strömung sehr schwach ist, zur Nachtzeit zu wecken. Durch diesen Apparat ist also einem grossen Uebelstande abgeholfen. Es kommen zwar verschiedene Formen dieses Apparates vor, aber jener, der in den Bureaux des k. k. Staats-Telegrafen in Anwendung steht und nach dem Unterbrechungs-System construirt ist, gehört seiner Zweckmässigkeit und netten kleinen Form wegen zu den besten, und ist den andern mechanischen vorzuziehen. Seine Bestandtheile ersieht man in der Fig. 92.

A ist eine Holzplatte mit zwei Metall-Klemmen 1 und 2, *m m* ist der Electromagnet, dessen beide Drahtenden in den Klemmen 1 und 5 festgeklemmt sind. *P* ist eine Messingfeder, welche auf einer Unterlage durch die Schraube 5, in welcher sich auch das eine Ende des Multiplications-Drahtes *d* eingeklemmt befindet, befestigt ist. Sie endet vorne zu in einen Metallhammer, welcher durch den Holzständer *D* hindurch geht, und an zwei verschieden gestimmte Metallglocken, die an eben denselben Ständer durch Schrauben verschiebbar sind, anschlägt. Rückwärts an dem Ständer *D* ist ein Ansatz von Metall bemerkbar, durch welchen eine Doppelschraube *f* hindurch geht, in welche zugleich ein Draht festgeklemmt ist, welcher mit seinem zweiten Ende in der Klemme 2 der Holzplatte *A* eingeschraubt ist und als Zuleitung dient, um auch von dieser Seite den Strom auf die Feder wirken lassen zu können. An der Messingfeder *P* ist an der Stelle, wo die Schraube *f* hindurch geht, eine zweite kleine Messingfeder festgeschraubt, welche zur Regulirung des Weckers dient. Bei der Mitte der Feder *P* ungefähr ist ein cylindrischer

Anker angeschraubt, welcher beim Stromdurchlaufe angezogen wird, durch die zitternde Bewegung der Feder *P* aber sogleich wieder losgerissen wird, und seinen Weg über die Feder *P* zur kleinen Messingfeder und zur Doppelschraube *f*, und von hier durch den Zuleitungsdraht seinen Weg zur Klemme 2 der Holzplatte *A* nimmt, und so seinen Weg wieder an den Ort seines Ausganges zurück nimmt. Der Wecker wird eingeschaltet mit einer eigenen Batterie in zwei Separat-Klemmen des Schreib-Apparates, oder man kann ihn auch zwischen Luft- und Erdleitung einschalten, wo er zwar keine eigene Batterie braucht, aber dafür den Uebelstand hat, dass er während des ganzen Telegrafirens mit fortläutet, und die Batterie unnützer Weise abnützt; daher man die erstere Einschaltung anwendet, auch kann man ihn in die Localbatterie einschalten in die Klemme 1, 2 des Relais.

Der electromagnetische Glockenrelais-Apparat.

Interessant ist auch der zum Eisenbahnbetriebe bestimmt gewesene Glocken-Apparat des Herrn Professors Steinheil statt des bisherigen Bain-Apparates. Derselbe macht wohl die Zeichen nicht dem Gesichte, wohl aber dem Gehöre durch das Anschlagen des Hebels an eine kleine Glocke wahrnehmbar, und es wird dasselbe Alphabet wie zum Morse-Schreib-Telegrafen beibehalten; nur ist der Unterschied, dass die Striche mit zwei schnell hintereinander folgenden, und die Puncte mit einzelnen Puncten, welche in Pausen gegeben werden, ebenfalls so wie beim Morse mittelst desselben Tasters hervorgebracht werden. Dieser Apparat entwickelt daher nur ein einziges Elementar-Zeichen, nämlich einen Punct, welcher in Gruppen und inschnellerem oder langsameren Zeitmasse mit dem Taster hervorgebracht wird. Die Schnelligkeit, womit dieser Apparat die Gedanken versendet, lässt nichts zu wünschen übrig, und wurde schon einmal bei den Versuchen Dr. Steiners erwähnt. Es ist hierbei nur der Uebelstand, dass der Telegrafist nicht so wie beim Morse die Controlle seiner Depesche zugleich hat. Diesen Uebelstand haben zwar alle bis jetzt uns bekannten Telegrafen ausser dem Morse'schen an sich. Uebrigens ist dieser ganze Apparat nichts als ein gewöhnlicher Relais, nur dass das Ende des Hebels in einen Metallhammer ausläuft, welcher zu gleicher Zeit, als er an die untere Limitirungs-Schraube anschlägt, einen zweiten Stromweg schliesst, und zugleich mit dem Hammer an eine, unter demselben befindliche, an einer Säule verschiebbare und durch eine Schraube fest zu stellende Metallglocke anschlägt. Die Verbindung mit dem Taster und den Batterien ist die nämliche wie beim Morse-Relais, und ist in der Combinations-Lehre deutlich erörtert. Die Figur 93 stellt einen solchen Glockenrelais vor, so wie er von Steinheil construirt wurde.

L ist eine Holzplatte mit 5 Klemmschrauben, davon ist

Klemme 1 und 2 zum Locale bestimmt, Klemme 3 als Zuleitung zum Taster, Klemme 4 zur Einschaltung der Linie, und Klemme 5 zum — Pol der Batterie.

Ausserdem sind so wie beim Morse-Relais die zwei Enden des Umwindungsdrahtes *a b* in den Klemmen 3 und 4 festgeklemmt; *m m* ist wieder der Electromagnet selbst, der über seinen Polen den Hebel *H H'* mit dem Anker *A* und seinen Schraubenspitzen 2 — 3, die in den Eisenkernen ihre Stehaxe haben, trägt. *F* ist der Ständer, welcher die zwei Limitirungsschrauben *c* und *d* trägt, welche von den beiden Druckschrauben 1 und 2 festgestellt werden können. *o* ist das isolirende Elfenbeinplättchen, *G* die Glocke, auf welche der Hammer *K* anschlägt. *S* der Ständer der Glocke, welcher die Verschiebung *Z* trägt, welche wieder durch die Schraube *i* zu befestigen ist. *E* ist die Metallsäule, an deren verschiebbarer Platte *P* die Spiralfeder *F* zur Regulirung des Hebels *H H'* befestigt ist, und die durch die micrometrische Schraube *R* nach Erforderniss des cursirenden Stromes höher oder niedriger gespannt werden kann. I, II, III sind isolirende Untersätze, welche Metall vor Metall für Berührung schützt. *B* ist der metallene Querarm der an der Säule *E* fix ist. Die vorderen Klemmen *v* und *q* gehören zum Einschalten der Localwege, und es steht die Klemme *v* durch einen Draht unter der Holzplatte *L* mit dem Ständer *F* und die Klemme *q* durch einen Draht mit dem Ständer *E* in Verbindung. Besagte zwei Klemmen können zur Einschaltung des Weckers benützt werden. Das Alphabet ist dasselbe wie bei Morse; nur dass lauter Punkte gegeben werden, und zwar der Punkt des Morse-Alphabetes ebenfalls mit einem Punkte, und die Striche dieses Alphabetes mit zwei Punkten, was bei gehöriger Gruppierung sehr gut aufzunehmen ist.

Der Translator des technischen Telegrafens-Commissärs
Matzenauer.

Dieser Apparat ist eine dem eifrigen Streben jenes ausgezeichneten Beamten die schönste Belohnung bietende Erfindung neuerer Zeit, die bei gehöriger Handhabung auf einer Station die Entfernung der weitesten Stationen ganz ausser Anschlag und dem Forschungsgeiste unserer Zeit die grösste Ehre bringt. Durch dieses Uebertragungs-Princip ist der Telegrafie ein weites Feld zur Ausbeute geöffnet worden, was bei etwas mehr Vervollkommnung dieses Apparates der Wissenschaft die Krone reichen dürfte.

Matzenauer fand durch seine eigenen Erfahrungen bestätigt, dass der Strom, welcher durch die Leitung geht, wenn er viele Mittel-Stationen berührt, immer schwächer und wirkungsloser wird, um den auf der entfernten Station nöthigen Elec-

tromagnetismus hervor zu bringen. Dies ist besonders den Fall, wenn viele Nebenschliessungen oder Ableitungen in der Linie vorkommen, was doch oft bei langen Telegrafleitungen mit dem besten Willen des Aufsichts-Personales nicht immer vermieden werden kann, da verschiedene Naturereignisse auf die Drähte einwirken und selbst die Böswilligkeit des Menschen, der von dieser Erfindung nichts versteht und sie nicht zu schätzen weiss, muthwillige Beschädigungen an den Leitungen durch Abschlagen der Isolatoren, Zusammenhängen zweier verschiedenen Drähte etc. hervorbringt. Freilich könnte man mit Verstärkung der Stromkraft auf der Anfangs-Station und End-Station die Correspondenz auch bei weiter Entfernung, und natürlich bei gutem Zustande der Leitung ermöglichen, aber durch dieses Mittel würden die Apparate in sämtlichen Mittel-Stationen zu viel leiden, ihre Empfindlichkeit verlieren, und daher bei schwächeren Strömen nicht gut geeignet sein, die Zeichen getreu hervor zu bringen, was klar und deutlich bewiesen ist, obwohl es einige Neulinge in Abrede stellen möchten.

Diesem Uebelstande wurde durch Matzenauer abgeholfen, obwohl es ihm Einige streitig machen wollten. Er fasste die Idee glücklich auf und führte sie eben so glücklich durch, wobei er bewies, dass auf fremden Stationen auch ohne Zuthun des Beamten, Zeichen aus einer eigenen Stromquelle gezeugt, und auf die entfernteste Station bloss mit Hilfe seines Apparates in demselben Momente, also ohne Zeitverlust und mit eben der Sicherheit und Stärke gegeben werden können. Es wird dadurch erstens an den Batterien gewonnen, zweitens werden die Apparate der Mittel-Stationen geschont, endlich drittens die zeitraubende Abtelegrafirung und die dadurch oft herbeigeführte Verstümmelung von Depeschen verhindert. Es geht daher die Total-Kette jetzt in eine geschlossene Parzial-Kette über, und jede Translations-Station arbeitet für sich und die nächstfolgende. (Die Figuren 94 und 95 bieten einige Versinnlichung.)

Es besteht also die jetzige Form in nichts anderem, als in der Vertheilung der früher auf der Station *a* aufgestellten fünf Batterien in alle drei Mittel-Stationen, und in Erneuerung der Stromkraft. Der Strom geht jetzt nicht weiter als bis zur nächsten Mittel-Station, wo es dann durch den Translator möglich gemacht ist, die von *a* kommenden Zeichen von der ersten Mittel-Station *M*, nach der zweiten Mittel-Station *M* 1, durch den Translator der Mittel-Station *M* 1 nach *M* 2 und durch den Translator der letzten Mittel-Station *M* 2 nach der End-Station *b* zu übertragen. Dieses wird erreicht durch eine eingeschaltete Batterie, deren + Pol in den Translator selbst, und dieser sodann in die Luftlinie eingeschaltet wird, eben so wie der — Pol dieser Batterien in die Erdplatte jeder Station eingeschaltet ist. Der Strom geht dann vom + Pol der Station *a* nach der Luftleitung zu *m* und von hier durch

den Apparat in die Erdplatte *m* und von hier nach der Erdplatte *a* zum — Pol der Batterie zurück. Eben so cursirt der Strom der anderen Batterien durch die Kraft des ersten Stromes bis an die End-Station. Ein Translator muss daher die Eigenschaft haben, den von der Haupt-Station kommenden Strom zum Relais, und dieser, zum Schreib-Apparat zu leiten, eben so die eigene Linien-Batterie zu schliessen, um die Zeichen nach der andern Station hin zu versenden, und muss daher in Folge dieses auch zugleich als Taster dienen können. Die Figur 96 stellt einen solchen Apparat nach Matzenauer's Construction vor. Ein Translator ist also ein Multiplicator wie jeder andere Relais, wovon aber die aus dem Electromagneten hervorragenden zwei Eisenkerne mit Schneiden versehen sind statt mit Spitzen, auf welchen der etwas breitere Anker als beim Relais, der zu diesem Zwecke mit einer angeschraubten kleinen Messingplatte versehen ist, in welcher die Schneiden *k k* zu ruhen kommen, an dem Messing-Hebel *H H'* angeschraubt ist. Die hintere Spitze *H'* des Hebels ist wie beim Relais durch die Spiralfeder *f* an dem verschiebbaren Plättchen *P* befestiget, und versieht die Spannungs-Regulirung des ganzen Apparates. Die Spitze des Hebels *H* liegt vorne an der obern Limitirungs-Schraube *f'* des Ständers *E* an, welche aber nicht so wie beim Relais isolirt sondern ganz metallisch ist. Gleich senkrecht unter diesem Hebel befindet sich ein zweiter Ständer *S* mit einer Regulirungs-Schraube *Z* und einer Druckschraube *l* um erstere befestigen zu können. Die Gestelle vom Ständer *E* und *S* sind von der Metallplatte durch Elfenbein getrennt, um Berührung zu verhindern. Das Ganze steht auf der Holzplatte *L'*, welche fünf Klemm-Schrauben hat, worunter Klemme 5 eine Doppelklemme ist, um sie auch zu andern Zwecken benützen zu können. Diese Klemmen haben im Innern der Holzplatte *L'* folgende Communication: Klemme 1 mit dem Ständer *E* oder dem obern Contactpuncte. Klemme 2 mit Ständer *S* oder auch unterer Contactpunct genannt, Klemme 3 mit der Säule *D*, mit der Spiralfeder *f* und zugleich mit den 2 Eisenkernen; Klemme 4 und Doppel-Klemme 5, 6 mit den zwei Enden des Multiplications-Drahtes. Von Aussen werden diese 5 Klemmen in folgende Verbindung gesetzt mit den Apparaten, Leitungen und Batterien, als: Klemme 1 zur Windung des II. Translators und zwar zur Klemme 4. — Klemme 2 führt stets zum Kupferpol der Linien-Batterie bei jedem Translator, Klemme 3 zur fremden Station; Klemme 4 wieder zum obern Contactpuncte des II. Translators, und zwar zur Klemme 1, und endlich Klemme 5, 6 zum Relais, von da zur Busole, Blitzplatte und dann zur Erdplatte. Um dieses deutlicher einsehen und begreifen zu können, muss die Fig. 97 näher betrachtet werden, welche die Verbindung zweier Translatores unter einander bei offenem Hebel, d. h. wenn kein Strom durch die Leitung geht, und bei

geschlossenem Hebel, d. h. wenn durch den fremden Linienstrom der Hebel vom Electromagneten vom obern Schraubenpuncte weg, und an den untern Ständer *S* angezogen, und somit die eingeschaltete Linien-Batterie geschlossen wird. Die Klemmen sind hier im Principe mit denen im Apparate selbst mit denselben Buchstaben bezeichnet. Translator II spielt mit 2, und Translator I mit 4 Batterien auf die fremde Station. Kömmt ein Strom von der Station *A*, so tritt er bei Klemme 3 in den Translator I ein, geht durch die Spirale *f*, gleichzeitig auch durch die beiden Eisenkerne über den Hebel zum obern Contactpuncte durch Ständer *E* zur Klemme 1, von da zu den Windungen des Translators II, tritt bei Klemme 4 dort ein, geht um die Spulen, und tritt bei 5, 6 heraus und zur Erdplatte *P*, und kehrt zu seiner Ausgangs-Station wieder zurück. Durch das Umlaufen dieses fremden Stromes nun in den Translator II werden die Eisenkerne magnetisch, ziehen daher den Anker an, und somit den Hebel zum untern Ständer *S*, wo natürlich die mit diesem verbundene Linien-Batterie sich schliesst, und den Strom vom $+$ Pol der Batterie *b* zur Klemme 2 des Translators II, durch Ständer *S* über den Hebel zu den Eisenkernen, und der Spiralfeder *f*; von da zur Klemme 3 bis zur andern Station *B* entsendet, durch die Erdplatte *P* wieder zurück, bis sich derselbe in seinem zweiten Pole der Ausgangs-Batterie *b* wieder ausgleicht.

Die Stromkraft wirkt hier mit 2 Batterien. Dasselbe Spiel ist, wenn *B* nach *A* Zeichen gibt, wo aber hier 4 Batterien wirken. Besonders geschmackvoll sind die in neuerer Zeit auf einem einzigen Brette stehenden, und von der k. k. Telegrafen-Werkstätte zu Wien, und von dem Mechaniker Ekling verfertigten Translatoren. Auch von diesen werden Abbildungen hier geboten. Fig. 99 stellt dieselbe in vertikaler und Fig. 98 in horizontaler Lage dar, und zwar in Verbindung mit Relais, Batterie, Erd- und Luftleitung, ebenso wie sie überall gegenwärtig eingeschaltet sind. Die Vermehrung der Einschaltung ist in den Combinationstafeln deutlicher durchgeführt, wo sich alle Arten Einschaltungen, die zur einfachen Bureau-Einschaltung, zur Wechselstations-Einschaltung, so wie zur Translations-Station unbedingt erforderlich sind, genau verzeichnet finden. Somit will ich nur noch das Uebertragungs-Princip mittelst der Morse-Apparate deutlicher erklären. Man hat nämlich in neuerer Zeit die Translation auf die Schreibapparate selbst übertragen, wozu sich dieselben sehr gut eignen, indem nur eine einzige Schraube vom hintern Messinggestelle isolirt zu werden braucht, und dadurch der doppelte Stromweg so gut wie bei den Relais-Translatoren hergestellt wird. Nur müssen auch natürlich 2 Schreibapparate da sein, wovon jeder seinen eigenen Linien-Relais hat, weil erst dieser den Schreibapparat schliessen muss, welcher dann seinerseits durch den zweitgebotenen Weg die in ihm ein-

geschaltete Linienbatterie schliesst, und so den Strom gerade so wie der Relais-Translator entsendet. Es gab schon viele Streitigkeiten über beide Apparate, weil Mehrere behaupteten, es seien die Schreib-Translatoren besser. Andere hingegen meinten, es seien die Relais-Translatoren mehr geeignet, telegrafische Uebertragungen mit Sicherheit zu geben. Die Erfahrung jedoch lehrt, dass jeder dieser Apparate seine Schuldigkeit thut, wenn er von sachkundigen Beamten gehandhabt wird, die es an Aufmerksamkeit nicht fehlen lassen. Doch lasse ich den Relais Translatoren das Vorrecht, indem man bei denselben mit dem Stellen des Relais schneller fertig wird, als bei den Schreib-Translatoren, wo 3 Relais und die Translatoren selbst zu beachten sind. Bei den Schreib-Translatoren, welche hier ebenfalls erklärt werden, stellt den zweiten Stromweg, der verlängerte Arm l des Winkelhebels H , H' und die Regulierungsschraube K her. Wollen meine Leser sich die Zeichnung (Fig. 81) des Morse-Apparates nochmals ansehen, so werden sie sehen, dass der Hebelarm l an der Schraubenspitze der Regulierungsschraube K , die sich am Gestelle befindet, bei seinem Ruhezustand anliegt. Wird diese Schraube nun von dem Messinggestelle R isolirt, und zwar durch das Elfenbeinstück E (siehe Fig. 100), so hat der Strom, wenn man diese Schraube durch einen Draht mit der vermehrten Klemme 5 in Verbindung bringt, einen zweifachen Weg. Erstens, im Ruhezustande des Apparates, wenn also die hintere Hebelspitze H' von der Schraube 1 entfernt ist, durch Klemme O zum Ständer R , von hier zur Axe des Hebels $H' H$ an dem verticalen Arme l hinab, zur Schraubenspitze der Schraube K , an welcher er im Ruhezustande anliegt, und von hier durch den Draht zur Klemme 5, endlich zweitens, wenn der Anker A vom Electromagneten m angezogen wird, und die hintere Hebelspitze H' an die Schraube 1 der sogenannten Hubhöhe anliegt, dafür aber die Verbindung des Hebelarmes l mit den Schraube K aufhebt, von Klemme O zum Ständer über den Hebel zur Schraube 1 durch den hintern Ständer hinab, und zur Klemme O' hinaus. Daraus ersieht jeder meiner Herren Leser selbst, dass dieser Apparat ganz dasselbe leisten muss, wie die ersteren beschriebenen Relais-Translatoren, und in den Combinationstafeln ist auch eine solche derlei Einschaltung ersichtlich.

So wie bei den Relais-Translatoren braucht man auch hier keinen Taster anzuwenden, weil der Hebel des Relais oder des Schreibapparates selbst die Schliessung der Linienbatterie bewirkt, und somit auch die Stelle des Tasters vertritt. Will man jedoch zur grösseren Bequemlichkeit der Handbewegung einen Taster gebrauchen, so braucht derselbe, wenn man nach beiden Seiten hin, zugleich sprechen will, nur zwischen die Linienbatterie und die Leitung eingeschaltet zu werden. Will man aber

das nicht, so kann man auch eine einzige ganz schwache Schlussbatterie verwenden, die nur den betreffenden Relais zu schliessen braucht, welcher dann seine Schliessung durch die Localbatterie dem betreffenden Schreibapparat mittheilt, von welchem dann der Strom aus der Linienbatterie auf die entfernte Station hin versendet wird. Neuerer Zeit werden alle Schreibapparate nach diesem Principe gebaut, um sie im Nothfalle sogleich als Translatoren verwenden zu können. In Klemme O , kommt jederzeit die Leitung, sei es Luft- oder Erdleitung ist immer gleich, ob der Strom zuerst in die Luft zur Erde, oder von der Erde zur Luft geht, da Wirkung und Erregung stets durch beide Leitungen ohnehin geschehen muss. In Klemme O' kommt stets der $+$ Pol der Linienbatterie, indem hier durch diese Klemme der Weg nach Klemme O beim Anziehungsact des Schreibapparates gebahnt wird, allwo der Strom auf die Leitung geht.

In Klemme 5 kommt stets die Zuleitung zum Relais, und zwar zur Klemme 3 desselben. Hier wird dem fremden Linienstrom durch Klemme O im Ruhezustand des Apparates der Weg nach Klemme 5 zum Relais Klemme 3 geboten, wo derselbe nach Magnetisirung des Electromagneten bei Klemme 4,5 wieder hinaus, zur Erdplatte und zu seiner Ausgangsstation rückkehrt. (Siehe Tabelle 18). Die Versuche neuerer Zeit, auch ohne Translator auf weite Distanzen zu sprechen, wollen sich nicht als gut bewähren.

Vom Batterie- und Linienwechsel und den Blitzplatten neuerer Zeit.

Unter Wechsel werden Klemmen oder Schrauben verstanden, mit denen es möglich gemacht wird, in jedem Augenblicke den Strom auf eine oder die andere Linie wirken zu lassen. In diesem Falle nennt man einen solchen Wechsel einen Linienwechsel.

Wendet man denselben aber an, um mit beliebig mehr oder weniger Batterien zu sprechen, so heisst man denselben Batteriewechsel. Das Princip der beiden ist ganz gleich. Seit neuester Zeit kennt man zweierlei Arten. Erstens die mit Männchen und mit Weibchen, welche man Klemmenwechsel nennt, und zweitens jene aus neuester Zeit mit Metallspangen, diese heissen Lamellenwechsel. Die Figur 101 zeigt den ersteren. Derselbe besteht aus einer Schraube S' , welche am oberen Ende einen breiten Kopf b mit einem verlängerten Schnabel f trägt, an dessen Ende eine Schraubenmutter geschnitten, durch welche eine kleine Schraube g reicht, die dazu dient, um auf die Weibchen S , und zwar auf deren breitem Kopfe a fest aufzudrücken, und dadurch die Metallverbindung zweier Drähte e, e' herstellen zu können, daher zu diesem Zwecke am untern Ende bei e ein Loch

gebohrt, und durch die kleine Druckschraube *d* die Festhaltung des Drahtes bezweckt wird. Da dieselben auf dem Tische oder auf einem Brette angewendet werden und daher durchgesteckt werden und unter dem Tische oder Brette befestigt werden müssen, so trägt das Männchen *S'* so wie das Weibchen *S* eine Schraubenmutter *m*, welche sich an der Schraube *S'* und *S* bewegt, und die Feststellung derselben bewirkt. Figur 101, *A* und *B* zeigt denselben, wie er jetzt als Batterie- und als Linienwechsel gebraucht wird. In *A* fungirt er als Batterie und in *B* als Linienwechsel. Sind mehrere Linien und mehrere Batterien einzuschalten, so wird natürlich die Anzahl der Klemmen vermehrt. Bei mehreren Linien oder mehr Batterien, besonders wo das Translations-System angewendet wird, nimmt man gerne den von Lamellen zusammengesetzten Wechsel. Fig. 102 zeigt denselben deutlicher. Derselbe stellt hier einen mehrspängigen vor, wie er nicht nur allein für mehrere Batterien, sondern auch für mehrere Linien angewendet werden kann. Hier fungirt derselbe als Batteriewechsel bei einer Translatorstation. *A* ist ein Kasten von Holz, auf welchem die Metallspangen *i, k, l, m, n, o, p* eingefalzt sind; über diesen befinden sich die Quer-Lamellen *a, b, c, d, e, f, g, h*, welche in Kreuzrichtung die ersteren durchschneiden, ohne sie jedoch zu berühren. Dagegen hat jede Spange, wo sie sich mit der untern kreuzt, eine Bohrung mit einer eingeschnittenen Schraubenmutter, durch welche Stifte, wie *S* zeigt, gehen, und durch deren Hineinschrauben der Contact beider Lamellen, und daher auch ein doppelter Stromweg bezweckt wird. Betrachten wir nun denselben als Batteriewechsel, und behalten die Kreuz- und Querlamellen im Auge, so wie dieselben in den Fig. 103, 104, 105 hier mit *a, b, c, d, e, f, g, h, i, k, l, m, n, o* und *p* bezeichnet sind, und extra eine Reihe von Batterien aufgestellt, z. B. I, II, III, IV und V, und zwar so, dass oben alle einzelnen Kupfer- und an der rechten Seite alle einzelnen Zinkpole 1, 2, 3, 4, 5 zu stehen kommen. Die beiden dicken Lamellen *h* und *i* sind als die Ausgangspunkte der Localbatterie zu betrachten, und heissen Localkupfer- *h* und Localzinkpol *i*. Der Stromweg der Localbatterie: ist vom Kupferpole ausgehend, zum Relais, Schreibapparat und durch die Lamelle *i* zum Zinkpol der Localbatterie zurück. Die Lamelle *f* ist der Hauptkupferpol und die senkrechte Lamelle *k* der Hauptzinkpol der Linienbatterien. Die Lamelle *g* ist die Haupt-Wechsel-Lamelle, und gehört für den zweiten Translator, durch dieselbe geht der Strom ebenso wie bei der Haupt-Kupferlamelle *f* hinaus, trägt die Zeichen nach der anderen Station, und kehrt so wie früher durch die Haupt-Zinklamelle *k* zum Zinkpole der Linienbatterie zurück. — *r* und *s* sind Schrauben, welche die beiden Lamellen dort, wo die senkrechte und horizontale Lamelle übereinanderstehen, verbinden, und so dem Strome seinen Weg durch sie hindurch gestatten. Die Stifte

t , u , v und w gehören ebenfalls zu diesem Zwecke, um eine beliebige Zahl von Batterien einschalten zu können.

Verbindet man nun die Kupferpole sämtlicher Batterien mit den einzelnen Kupfer-Lamellen 1, 2, 3, 4, 5, ebenso die Zinkpole mit den einzelnen horizontalen Zink-Lamellen 1, 2, 3, 4, 5, eben so die Schraube r mit den Lamellen e und k , und die Schraube s mit den Lamellen f und p , die Stifte t mit Lamelle d und l , den Stift u mit Lamelle c und m , den Stift v mit Lamelle b und n , und endlich den Stift w mit Lamelle a und o , so ist alles erfüllt, was von diesem Apparate verlangt wird. Es spielen hier alle fünf Batterien zugleich. Will man daher nur mit einer gewissen Anzahl Batterien spielen, so hat man bloss die Stifte t , u , v und w zu versetzen, und zwar an die Wechsel-Lamelle g . Will man z. B. mit den Batterien 1—4 und 5 allein spielen, so werden die Stifte u und v herausgenommen, und der Stift t auf die Lamelle $b—l$ gesetzt. (Siehe Fig. 106). Will man nur mit zwei Batterien, z. B. mit I und V sprechen, so werden alle Stifte herausgenommen, und bloss der Stift t auf die Lamelle $a—l$ gesetzt. (Siehe die Fig. 107). Will man bloss mit den Batterien 3, 4 und 5 sprechen, so wird die Schraube r herausgenommen, und um zwei Lamellen, nämlich auf $c—k$, und die Schraube s um eine Lamelle abwärts, nämlich auf die Wechsel-Lamelle $g—p$ eingesetzt. Ebenso werden auch die Stifte t und u weggenommen und bloss die Stifte v und w gelassen. (Siehe die Figur 108.)

Bisher haben wir nur die Hauptkupfer- und Hauptzink-Lamelle betrachtet, und daher nur nach einer Station gesprochen. Wir müssen aber auch betrachten, dass wir zwei Translatoren haben, und daher nach zwei Stationen von entgegengesetzter Richtung sprechen müssen, daher jetzt die Wechsel-Lamelle näher erörtert werden muss. Der Strom muss auch durch diese ausgehen können, wenn ihm der Weg durch die Haupt-Lamelle f abgeschnitten ist. Es muss daher auch die Wechsel-Lamelle g eine Schraube Z (siehe Fig. 109) erhalten, welche gerade unter der Schraube s und zwar in die Lamelle $g—p$, d. h. wenn mit allen 5 Batterien gesprochen wird, eingesetzt wird, allwo dann der Kupferstrom durch die Wechsel-Lamelle g aus- und durch die Hauptzink-Lamelle k eintritt, durch die Schraube r zum — Pol der Linien-Batterie zurückkehrt. Will man nur mit einer Batterie sprechen, so kommt der Stift t auf die Wechsel-Lamelle g und zwar bei $g—l$ herab. Spricht man mit zwei Batterien, so kommt der Stift u und zwar in $g—m$ einzusetzen, und Stift t kommt wieder dort hin wo er hingehört, d. i. auf die Lamelle $d—l$. Spricht man mit drei Batterien, kömmt der Stift v auf $g—n$ zu stehen. Spricht man mit vier Batterien, kömmt der Stift w auf die Lamelle $g—o$ zu stehen. Werden alle Stifte t , u , v , w gelassen wo sie sind, so spricht man

mit allen fünf Batterien. Dieses genüge, um diesen Wechsel vollkommen zu verstehen.

Wird derselbe aber als Linien-Wechsel, z. B. für drei Linien angewendet, so ist obwohl das Princip sich gleich bleibt, doch die Kenntniss desselben bedeutungsvoller, und ich will denselben nochmals vor Augen führen.

Betrachten wir in der folgenden Fig. 111 die Telegrafens-Station *M* mit ihren doppelten Apparaten und den Lamellen-Wechsel, so sehen wir gleich, dass sich hier eine mannigfaltige Combination daraus ableiten lässt. Ich will nur die drei Hauptfälle (Figur 110) vor Augen führen: 1. Mittel-Station *M* spricht bei offener Linie nach *A* und *B* zugleich, und zwar auf dem Apparate linker Hand Fig. 111; Nr. 1 zugleich spricht aber auch *M* mit *C* durch Erdleitung, nämlich bei kurzer Linie und zwar durch Appart Nr. 2 zur rechten Hand.

2. *M* spricht mit *a* und *C* auf Apparat Nr. 1 offen, aber auf Nr. 2 mit *B* kurz. Endlich

3. *M* spricht *C* und *B* auf Nro. 1 offen und mit *a* auf Nr. 2 kurz. Dem Fleiss meiner Lesern überlasse ich es, sich Stellungen anderer Art selbst zu combiniren. Zu diesem Zwecke stelle ich hier in Fig. 111 nur einen vierlamelligen Wechsel auf, und zwar es kommt in Lamelle *a* die Leitung zur Busole *B* 1; in Lamelle *b* die Leitung zur Busole *B* 2, in Lamelle *c* die Leitung zum Relais *R* 1 zur Klemme 5, 6; in Lamelle *d* die Leitung zum Relais 2, zur Klemme 5, 6, in Lamelle *e* die Telegrafens Luftleitung von der Station *A*, in Lamelle *f* die Luftleitung der Station *C*, in Lamelle *g* die Luftleitung der Station *B*, und in Lamelle *h* die eigene Stations-Erdleitung fest zu klemmen.

Die drei Stellungen 1, 2, 3 Fig. 110 zeigen den Stromweg, welcher durch Einsetzen der vier Schrauben ermöglicht wird.

Die andere Combination zeigt ebenfalls Fig. 111. Die Klemme 4 jedes Relais ist verbunden mit Klemme 1 des betreffenden Tasters, die Klemme 2 jedes Tasters mit dem zweiten freien Ende jeder Busole, und Klemme 3 jedes Tasters mit der Linien-Batterie + Pol, während der — Pol mit der Doppelklemme 5, 6 jedes betreffenden Relais communicirt. Die Combinationslehre am Schlusse zeigt diess umständlicher.

Die Blitzplatten.

Diese werthvolle Erfindung hat sich bis jetzt nicht als zweckdienlich bewährt, indem der Blitz trotz dieser Platten, wenn er nicht die gehörige Kraft hat, die ihm gestellte Springweite zu besiegen, doch in die Apparate geht und dieselben beschädigen kann. Freilich sagt man, und es gibt auch Beweise genug, dass der Blitz, ehe er einen langen Draht durchläuft, lieber einen kürzern Weg, wenn ihm derselbe geboten wird, durch Ueberspringen

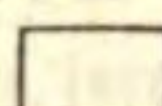
auf einen andern Metallkörper wähle. Aber derjenige, welcher diesen Grundsatz aufstellte, hat das Verhältniss der Reibelectricität, zu welchem die Blitzmaterie unstreitig gehört, nicht recht ins Auge gefasst; indem bei der Reibelectricität nie die ganze Entladung mit einem Male vor sich geht, und immer noch so viel Electricität im Leiter zurück bleibt, um sogar physiologische, chemische und magnetische Wirkungen hervor zu rufen, daher auch ein Theil dieser Blitzmaterie, wenn auch der grössere Theil derselben auf die Erdleitung übersprang, doch noch immer so stark sein kann, um den Draht des Relais im Apparate abzuschmelzen, wie ich aus eigener Erfahrung in den Aemtern schon mehrere Male Gelegenheit zu bemerken hatte. Ohne das Princip anerkannter berühmter Physiker anzutasten, will ich nur meine Meinung darüber sagen, gestützt auf meine eigenen Beobachtungen und Versuche in diesem Studium, und will daher am Ende auch eine von mir wohl durchdachte Idee mittheilen, wie dieselben zu verbessern wären, und die Folge wird lehren, ob ich recht oder unrecht gehabt habe, diese Platten auf die angezeigte Art ihrem Zwecke entgegen zu führen. Daher will ich mit der ältern Idee beginnen und somit succesive der Verbesserung entgegen kommen.

Man ging zuerst von dem Grundsatz aus, dass der Blitz lieber einen sehr feinen Draht abschmelze und überspringe, als dass er in die Apparate gehe, und den 1000 bis 1500 Klafter langen sehr feinen Multiplications-Draht durchlaufe. Man befestigte daher, auf dieses Princip gestützt, an gewissen Strecken der Aufhängepunkte oder Stützsäulen des Drahtes Erdleitungen, welche ganz nahe an die Luftleitungen reichten, ohne sie zu berühren. Hier aber entstanden bei Schwingungen des Drahtes durch Wind, oder bei Senkungen desselben durch Temperaturabnahme veranlasst, Berührungen mit der Erde. Es wurde daher später die Leitung zerschnitten, und an zwei, durch eine isolirende Masse getrennte Kupferplatten zu beiden Seiten angelöthet. An den Enden der Platte werden Drähte angebracht, welche zu den Apparaten hin und wieder wegführen. (Siehe die Fig. 112.)

Der galvanische Strom findet ein unübersteigbares Hinderniss, in der gewöhnlichen isolirenden aus Seide Schichte zwischen den beiden Kupferplatten *a b*. Er wird wenn, derselbe von *d* kommt, bis zur Kupferplatte *b* gehen, von hier durch den Draht *ff*, durch das Dach des Hauses *H* nach *R*, von da nach *T*, und geht durch den Draht *ee* zur Kupferplatte *a* und in der Leitung nach *c* fort. Nicht so der Blitz; dieser wird lieber die kleine Schichte zwischen *a b* überspringen, und bei einer Endstation in die Erde gehen, als dass er den langen Umweg durch sämtliche Apparate machen wird. So wie es die Erfahrung schon sehr oft bestätigt hat, sind daher diese Blitzplatten sehr vortheilbringend.

Diese Blitzplatten werden nun auf isolirenden Stützen auf dem Hausdache befestiget, und gegen Regen und Witterung ein schützendes Dächchen von Holz darüber gesetzt.

Die Blitzplatten neuerer Zeit.

Diese sind zwar in ihrer Form verschieden, aber im Principe gleich mit den so eben besprochenen. Sie dienen ebenfalls als Schutzmittel gegen den Einfluss der Luftpolelectricität, und bestehen aus einer Kupferplatte A in  Form (Fig. 113), über welche Quer-Lamellen meistens von Messing oder Glockenspeise $b - c$ angebracht, und durch eine Luftschicht, zwischen welche Werg gegeben wird, von der Kupferplatte A getrennt sind. An den Seiten der Kupferplatte sind Drähte zum Einklemmen der beiden Erddrähte $d d'$ und $e e'$ angebracht, welche zu den Erdplatten $P P'$ führen. Oben an den Quer-Lamellen $b - c$, so wie unten, sind ebenfalls zwei Klemmen angebracht, in welche hier in diesem Falle zwei Leitdrähte eingeschraubt werden, welche oben bei $f g$ die Eingangs- und unten bei $f' g'$ die Ausgangs- und zugleich Eintrittspuncte des Stromes in die Apparate bilden. Laden sich nun durch die Blitzmaterie die Electrodenplatten $b c$ mit Electricität, so muss durch zu grosse Anhäufung eine Uebersprungung auf Platte A erfolgen, welche ihren Weg zur Erde nimmt. Eben so geht der galvanische Strom von f nach b , f' zu den Apparaten nach g' , Lamelle c und in die Leitung g bis zur Erdstation, wo er durch die Erde wieder nach f zurückkehrt.

Die Blitzplatten nach meiner Idee.

Nach meiner Ansicht wäre, mittelst Saugspitzen von Platin die Blitz-Electricität schon vor ihrer Anhäufung an die Platten, successive in die Erde zu leiten. Die Figur 114 erklärt dies deutlicher. l, l' sind die beiden Luft-Lamellen, die auf einer Beinplatte A angeschraubt sind. Diese Beinplatte A ist wieder auf der Holzplatte B befestiget, und wird mittelst eines eisernen Kästchens mit einem Schieber zum Sperren in die Mauer eingelassen. E ist eine Metall-Lamelle, welche an beiden Seiten Saugspitzen aus Metall hat, welche an den freien Enden mit einem Platinüberzuge versehen sind, und ganz nahe an die zwei Luft-Lamellen $l l'$ hinreichen, ohne dieselben zu berühren. In diese Lamelle E wird nun die Leitung zur Erde eingeklemmt. Die Blitzmaterie wird durch diese Saugspitzen, welche auch vergoldet sein können, nach und nach von den Luft-Lamellen $l l'$ abgeleitet und zur Erde geführt, und die Anhäufung wird nie so stark werden, um eine den Apparaten schädliche Entladung hervor zu bringen. Die Erdleitung für die Apparate und den Wechsel braucht hier nicht in der Blitzplatte zu sein; als Blitz-

leiter genügt ein ganz gewöhnlicher dicker starker Eisendraht der von der Erd-Lamelle *E* zur Erde führt, oder auch in einen Brunnen oder sonst sehr feuchten Ort. Ich bin überzeugt, dass wenn diese Blitzplatten allgemein eingeführt würden, nicht so viele Ableitungen und Störungen, wie bei der jetzt bestehenden eintreten würden, da man für's erste zu den Spitzen leichter gelangt, als zu der hinter den Luft-Lamellen angeschraubten Erd-Lamelle; und fürs zweite sich auf eine Spitze nie so leicht etwas anlagern kann als auf einer breiten flachen Lamelle, wodurch das Hineinrollen von Sand oder Mauerwerk, welches man nicht einmal gleich bemerkt, nicht nur grosse Ableitung, sondern auch oft gänzlich kurzer Schluss entstehen kann, so dass der eigene abgesandte Strom gar nicht zur Leitung hinaus, sondern gleich von der Blitzplatte durch die Ableitungsstelle zur Erde geht, und durch dieselbe zum — Pol seiner Batterie, und der fremde Strom ebenfalls nicht die Apparate zu afficiren im Stande ist, welches ich oft zu bemerken Gelegenheit hatte. Ehe ich zur Combinationslehre übergehe, will ich einige Principien, nach welchen Uhren auf electromagnetischem Wege zur Zeitangabe construirt werden können, näher beleuchten.

Vierzehnter Abschnitt.

Von den electrischen Uhren.

Eine der ersten und schönsten Anwendungen, welche man durch die Entdeckung des Electromagnetismus gemacht hat, bleibt unstreitig das Princip und die Construction einer electromagnetischen Uhr. Die Uhrmacherkunst hat sich wohl seit vielen Jahren die Aufgabe gestellt, Uhren von ganz gleichem Gange zu erzeugen, aber bis jetzt war es noch nicht gelungen dieser Idee die Krone zu reichen. Ja selbst die vollkommensten astronomischen Uhren gehen nur eine kurze Zeit übereinstimmend mit einander, und die grössten Mechaniker unserer Zeit sind in einem Punkte vollkommen einig, dass eine ganz gleichmässige Bewegung einer solchen complicirten Maschinerie wie die einer Uhr, nie statt finden könne, indem theils Reibung, theils Witterung, theils Temperatur, theils die Masse des Metalls, kurz eine Menge Umstände auf eine gleichdauernde Bewegung den grössten Einfluss üben.

Durch unsere ausgebildete Telegrafie reifte aber der Gedanke, dass es möglich sei, mit Benützung dieses geheimniss-

vollen Fluidums, wie das des galvanischen Stromes, auch die Zeitangabe genau und übereinstimmend zu bezwecken, schnell zur That. Hier treffen wir wieder auf Steinheil, welcher zuerst den Gedanken der Zeit-Telegrafie und zwar im Jahre 1839 — 1840 zu realisiren strebte. Im November desselben Jahres trat Professor Wheatstone und der Mechaniker aus England Bain mit einem Principe über galvanische Uhren auf, und es erhoben sich um die Ehre der ersten Entdeckung solcher Uhren mannigfaltige Streitigkeiten, die ich nicht alle aufzählen kann, weil es der Raum dieses kleinen Werkchens nicht erlaubt. Seit dieser Zeit haben sich fast alle Erfinder von electrischen Telegrafen eifrig, und zwar um die Wette bemüht, auch galvanische Uhren zu construiren, und hierbei stehen die Namen Steinheil, Wheatstone, Bain, Fardeli, Breguet und der Leipziger Mechaniker Stöhrer oben an.

Man kann diese Vorrichtung in zwei Classen eintheilen, nämlich: in eine Vorrichtung, durch welche durch den regelmässigen Gang einer gut gearbeiteten Pendeluhr das galvanische Fluidum zu den andern Uhren ohne Räder und Gewicht hingeseendet wird, und dieselben durch diese erste Normaluhr im Gange erhalten werden; und zweitens in eine Vorrichtung, welche freilich grösseres Studium voraussetzt, nämlich eine solche, die ohne eine Normal-Uhr, blos durch die Kraft des Electromagnetismus und des Magnetismus eine gleichmässige Bewegung hervorzubringen vermag. Die Idee Steinheils zielte darauf hin, durch eine gute Normal-Uhr alle andern Uhren einer Stadt durch galvanische Kraft in Gang zu versetzen, so zwar, dass alle Uhren gleich zeigen und gleich schlagen. Er führte diese Idee zuerst auf Befehl des Königs von Baiern an einem k. Institute zu München aus, und hat die Vorrichtung dabei so getroffen, dass sämtliche Uhren alle halbe Stunden durch den galvanischen Strom einer Batterie übereinstimmend schlagen. Sollte auch wirklich eine gut gearbeitete Uhr etwa um eine Minute differiren, so stellt in dem Augenblicke des Schlagens der Normal-Uhr, der galvanische Strom sämtliche Zeiger der andern Uhren auf die bestimmte Minute vor oder zurück, und durch Auslösung eines Stiftes erfolgt das Magnetisiren des Electromagneten, welcher durch das Anziehen des Ankers, das Anschlagen an eine Glocke bewirkt. Auf diese Art reguliren sich alle halbe und ganze Stunden diese galvanischen Uhren von selbst.

Die galvanische Uhr Wheatstones.

Die galvanische Uhr Wheatstone's stimmt in ihrem Principe ganz mit seinem electrischen Telegrafen überein.

Das beim Telegrafiren angewandte Zifferblatt seines Indicators enthält hier die Eintheilung einer gewöhnlichen Uhr in Stunden, Minuten und Secunden, während dem das am Communicator durch die Hand des Telegrafisten bewegte, vorkommende Speichenrad, seine Bewegung durch die Welle des Secundenrades einer gut gearbeiteten Gewicht- oder Pendeluhr erhält. Man braucht daher zu einer solchen Uhr nicht die Menge Bestandtheile wie zu einer mechanischen Uhr. Das Ganze besteht in einer Scheibe, welche ihren Stunden-, Minuten- und Secundenzeiger hat, und drei dazu gehörigen Rädern, von welchen das eine dem andern die Bewegung mittheilt. Ein ganz kleiner Electromagnet nebst Anker wirkt auf das am Secunden-Zeiger festsitzende Rad, und setzt solches in Gang; während dieses dem Minuten- und dieses wieder dem Stundenrade die gehörige Bewegung mittheilt. Diese Bewegung geschieht durch die Normal-Uhr in folgender Weise: auf der Axe des Hemmrades der Normal-Uhr, das sich in einer Minute ganz umdreht, sitzt eine kleine messingene in 60 gleiche Theile getheilte Scheibe, welche durch elfenbeinerne Zwischensätze von einander getrennt sind. Eine kupferne äusserst leicht gespannte Feder, welche an einem Elfenbeinklötzchen festgeschraubt ist, drückt mit ihrem freien Ende ganz leicht gegen den Umfang der eingetheilten Scheibe. Ein Kupferdraht verbindet das feste Ende dieser Feder mit dem einen Ende des Electromagneten-Umwindungsdrahtes, während dem das zweite Ende dieses Drahtes nach der Axe der mit Elfenbein besetzten Scheibe zurückläuft. Dann wird eine constante Batterie von kleiner Dimension an beliebiger Stelle in die Drahtleitung eingeschaltet. Bei diesem Arrangement wird nun die Batterie durch den Gang des Pendels, oder auch eines Rades abwechselnd geschlossen und wieder geöffnet, indem die Feder auf dem Umfange der Scheibe bald auf Elfenbein und bald auf Metall steht. Da dieses nun durch die Normal-Uhr 60 Mal in einer Minute geschieht, so erfolgt auch natürlich in jeder Secunde eine Unterbrechung und Wiederherstellung des galvanischen Stromes, daher auch die galvanische Uhr jedes Mal um einen Theilkreis mit ihrem Zeiger sich fortbewegt. Da nun der Schlussdraht beliebig lang sein kann, so ist es klar, dass auch eine grössere Anzahl solcher Uhren in die Leitung eingeschaltet werden können, und nur in Betracht gezogen werden muss, dass dadurch mehrere Widerstände in den Schlusskreis treten und daher die Batterie verhältnissmässig vergrössert werden muss.

Die electrische Uhr von Bain.

Dieselbe ist Fig. 115 abgebildet. *B* ist die hintere Seite einer Normal-Pendeluhr, die wie bekannt halbe Secunden schlägt. *C* eine Platte von Elfenbein, in der Mitte ein Stück Kupfer eingelegt.

D eine Metallfeder, welche mit der Pendelstange verbunden ist und mit dem freien Ende bald auf das Kupferstück, bald auf's Elfenbeinblatt *C* gleitet. *A* die galvanische Batterie, wovon der + Pol durch den Draht *n* mit dem Kupferstück der Elfenbeinplatte *C* in Verbindung steht, und deren — Pol mit dem Electromagneten *m* der galvanischen Uhr. *M* ist der Electromagnet, *a* dessen Eisenkern; das zweite Ende dieses Electromagneten ist durch den Draht *m* mit der Axe des Pendels der Normal-Uhr verbunden. *b* ist der an einer Feder leicht aufgehängte Anker des Electromagneten, und *c* dessen Regulirungs-Schraube. *d* ist ein Haken, der in die Zähne des Secundenrades der galvanischen Uhr eingreift, welches 60 Zähne hat. *f* ist der Sperrhaken, der die rückgängige Bewegung des Rades *e* hindert. Sobald nun das Pendel der Normal-Uhr nach links geht, berührt die Feder *D* den Kupferstreifen der Scheibe *C* und schliesst die Batterie *A*. Der Strom geht also vom + Pol durch *n* und das Kupferstück zur Feder *D* durch das Pendel zum Aufhängepunkte, durch den Leitdraht *m* zum Electromagneten *M* der ersten Uhr, durch dessen Windungen, durch den Draht *o o* zum Electromagneten der zweiten galvanischen Uhr, der aber hier nicht ersichtlich ist, und kehrt zum — Pol der Batterie *A* zurück. Es wird in allen galvanischen Uhren der Anker *b* von *a* angezogen, und es gleitet der Haken *d*, ohne das Rad *e* rund drehen zu können, über den nächsten Zahn, und legt sich in die folgende Zahnücke ein. Wie aber das Pendel *B* nach der rechten Seite zurück schwingt und die Feder *D* das Metallstück verlässt, so ist der Strom unterbrochen. Dadurch tritt aber die Spiralfeder *g* in Kraft, und reisst alle Anker *b* von den Magnetpolen *a* ab. Der zurückweichende Anker *b* zieht dann seinen Haken *d* und dieser einen Zahn des Rades *e* mit sich, welches sich in der Pfeilrichtung um $\frac{1}{60}$ vorwärts drehen muss. Da sich dieses Spiel in jeder Secunde wiederholt, so hat sich in einer Minute das Rad *e* ganz umgedreht. Die Bewegung des Minutenrades erfolgt durch das Secundenrad eben so wie das Minutenrad dem Stundenrade seine Bewegung mittheilt. Und so waren verschiedene Meinungen und Principien zur Auflösung geboten. Endlich kam man auf den Gedanken, den Strom nicht dem Secunden-, sondern dem Minutenrade zuzusenden, und den Strom nicht auf alle Uhren zugleich, weil dadurch viele Widerstände zu besiegen waren, wirken zu lassen, sondern die Vorrichtung so zu treffen, dass eine Uhr der andern den galvanischen Strom zusende. Dieses Princip bewährte sich als vortheilhafter, indem man zu jeder Uhr nur eine Batterie von kleinster Dimension benöthigt. Auch auf das Stundenrad liess man den galvanischen Strom wirken, so dass nur alle Stunden die galvanischen Uhren durch die Hauptuhr regulirt wurden. Eilen nun wirklich die secundären Uhren im Laufe einer Stunde vor oder zurück um etliche Minuten, so ergreift

doch im Momente, als die Stunde der Normaluhr voll wird und daher durch das Stundenrad ein galvanischer Strom in die Leitung gesendet wird, in jeder Nebenuhr eine von einem Electromagneten niedergezogene Gabel mit ihren zwei Zinken den Minutenzeiger und stellt denselben ebenfalls auf 12.

Die galvanische Uhr ohne Normal-Uhr von Bain.

Dieser bewährte Mechaniker machte aber in dieser neuen Erfindung einen grossen Schritt voraus, indem er durch Magnete das Pendel ersetzte, und die Anziehung und Abstossung der Magnete gegenüber des Electromagneten benützte, um auch ohne Normal-Uhr eine zeitgemässe regelrechte Bewegung zu erwecken. Eine solche Uhr construirte er im Jahre 1844 zu Paris, und sie veränderte sich binnen Monatsfrist nicht im Geringsten. Auch in Edinburgs öffentlichen Gebäuden legte Bain mehrere solche Uhren mittelst Erdbatterien an, und sie behaupten bis heute noch ihren ungeschwächten Gang, denn er hat zugleich einen höchst sinnreichen Regulator an jeder Uhr angebracht, so dass das Pendel auch bei stärkerer oder schwächerer Strömung der Erdbatterie doch gleichförmig ausschlagen muss. Die Fig. 116 zeigt eine derlei Uhr. *B* ist eine Kupferplatte an welcher mittelst der elastischen Feder *z* das Pendel *D* hängt. Dasselbe trägt an seinem obern Ende auf einer zarten Metallfeder das Platinknöpfchen *E*, das sich bei der Bewegung des Pendels nach der Rechten an die Metallplatte *I* anlegt, dagegen bei der Bewegung nach links so wie im Ruhezustand des Pendels von *I* getrennt ist. Unten zu beiden Seiten des Pendels befinden sich zwei Stahlmagnete *C*, *C* mit einander entgegengesetzten Polen. Unter der Uhr gehen zwei Drähte zu der im feuchten Erdreich vergrabenen Kupfer- *K* und Zinkplatte *Z*, welche hier die Erdbatterie bilden. Der vom Kupfer ausgehende Leitdraht ist an der das Pendel tragenden Platte *B* befestigt, während der vom Zink laufende Draht mit dem Metallstücke *I* verbunden ist. Vom untern Ende der Aufhängefeder *z* läuft ein überspannener feiner Kupferdraht an der Pendelstange herab, windet sich unten zu einer Spirale auf, und vertritt zugleich den Schwerpunkt des Pendels; läuft dann zu der das Knöpfchen *E* tragenden Feder *H* hin, während diese Feder selbst, so wie das Knöpfchen vom Pendel isolirt sind. Durch eine Drehschraube lässt sich die Spule zur Regulirung des Pendelganges auf- oder abwärts schrauben. In der Ruhelage des Pendels ist die Erdbatterie nicht geschlossen. Neigt man aber das Pendel nach der Rechten, so tritt *E* mit *I* in Berührung und die Erdbatterie ist geschlossen; der Strom geht von *K* durch den Leitdraht nach *B* zur Aufhängefeder und Drahtspirale des Pendels zur Feder *H* und zum Knöpfchen *E* über *I* nach Zink *Z* zur Erdbatterie zurück. Die Drahtspirale wirkt nun wie ein

Electromagnet, und die Richtung ihrer Windung ist derart gewählt, dass sich durch den Erdstrom an dem mit *S* zugekehrtem Pole des Stahlmagneten *C'* ein Südpol, und an dem mit *N* zugekehrten Pole *C* ein Nordpol bildet. Es wird daher die Spirale von dem Südpole *S* des Stahlmagneten *C* 1 abgestossen, und von dem Nordpole *N* des Magneten *C* angezogen, und schwingt daher von selbst nach links zurück, wo der Strom wieder unterbrochen, und daher die Drahtspirale wieder unmagnetisch ist, weil das Knöpfchen *E* die Platte *I* verlässt. In Folge des Trägheitsmomentes schwingt aber das Pendel wieder zurück und zwar über die Gleichgewichtslage hinaus an den Pol *S* des Magneten *C* 1, wo sich natürlich dasselbe Spiel wie vorhin wiederholt, und zwar so lange als die Erdbatterie in Thätigkeit bleibt. Diese Pendelbewegung wird mittelst eines Echappements an ein gewöhnliches Uhrwerk übertragen, welches den Minuten- und Sekundenzeiger treibt.

Die galvanischen Uhren von Stöhrer.

Im Jahre 1849 ist dem Mechaniker E. Stöhrer ein Patent vom k. sächsischen Hofe auf Verfertigung von galvanischen Uhren verliehen worden; derselbe machte sich anheischig, folgende Bedingungen zu erfüllen:

Von der Rathhaus-Uhr werden Drähte, welche in die Wände eingelassen werden, in die Strassen der inneren Stadt geführt, und vom Hauptdrahte bis zu der Stelle im Hause, welche zum Aufhängen der Uhr bezeichnet wird, muss ein doppelter Nebendraht geführt werden, an dessen Enden die Uhr festgemacht wird, und welche Kosten, das ist per Klafter 10 kr. C. M., von dem betreffenden Uhreigenthümer zu bestreiten sind. Sobald der Drahtbetrag erlegt und die galvanische Uhr angebracht und in Gang versetzt ist, so hat sich der Eigenthümer nie mehr um dieselbe zu sorgen; sie wird ihm beständig die Zeit der Rathhaus-Uhr anzeigen. Zur Zinsendeckung des zur Hauptleitung erforderlichen Kapitals, so wie zur Deckung der Erhaltungskosten ist ein jährlicher Betrag von 5 fl C. M. erforderlich. Die Preise für eine solche Uhr im Palisander-Gehäuse, grosser Form mit einem 12zölligen Zifferblatte kostet 22 Thaler sächsisch, mit geschnitztem Gehäuse 19 Thaler, mit vergoldetem Gehäuse und 7zölligem Zifferblatte 16 Thaler, und in derselben Grösse mit lackirtem Gehäuse 14 Thaler. Der jährliche Betrag von 5 Gulden bleibt sich für alle Uhren gleich.

Seit dem Monate Mai 1849 sind die vorstehenden Uhren in mehreren Strassen der Stadt Leipzig im Gange. Grösstentheils sind es angesehene Häuser, als Wechsler, Kaufleute, Banquiers, öffentliche Institute u. dgl., welche sich diese Uhren bereits angeschafft haben, und mit deren gutem Gange aufs

beste zufrieden sind. Auch wir in unserer Kaiserstadt Wien werden diese wohlthätige Einrichtung in Kurzem genießen. Somit dürfte der theoretische Theil dieses Handbuches beendet sein, und ich will sofort zum praktischen nämlich zur Combinationslehre übergehen. Hier finden meine Leser alle die ihnen schon bereits durch die Theorie bekannten Apparate praktisch, mit den Batterien, Leitdrähten und Wechsellern wie sie in den k. k. Telegraf-Bureaux verbunden sind, genau erklärt.

Fünfzehnter Abschnitt.

Die Combinationslehre.

Dieses höchst wichtige Kapitel lehrt uns die Apparate, welche wir bereits durch die Theorie und den Zeichnungen kennen gelernt haben, leichter begreifen. Es lehrt uns die Verbindung derselben mit der galvanischen Kette, mit deren Polardrähten, so wie mit den Luft- und Erdleitungen, und den verschieden sich gestaltenden Wechsel-Methoden besser in's Auge fassen, und den Lauf dieses geheimnissvollen Fluidums, das wir Strom nennen, und welches eigentlich die Seele der Apparate selbst ist, von seinem Entstehen an bis zu seiner Rückkehr in den Kraft-Apparat, von Klemme zu Klemme mit der vollendeten Ueberzeugung beurtheilen, dass dessen Lauf so und nicht anders sein kann, und darnach die Einrichtung zu treffen.

Die Namen und Zahlen der Klemmen sind zur leichteren Versinnlichung dieselben, wie bei den schon beschriebenen Apparaten in der Theorie. Es sind hier die mannigfaltigsten Arten von Combinationen ersichtlich; als: Einschaltungen für Locale allein, dann für zwei und drei Stationen mit constantem und variablem Strom, mit Wechselstationen, mit 1 und 2 Abzweigungen für Stationen, in welche mehrere Apparate zugleich von verschiedenen Linien einlaufen; dann Verbindungen des Bain'schen Apparates mit Comutatoren und Morse-Tastern, mit Wechselstrom und constantem Strom. Die Einschaltung der neuen Ketten- und Batterienwechsel von Steinheil, dann die Einschaltung der Bussolen und Blitzplatten nebst zwei Translatoren; alles dieses ist genau und aufs strengste nach der neueren Einschaltungs-Methode gehalten. Eben so folgen als Schluss die Zeichnung auf Prüfung, auf Isolation und Ganzsein des Leitdrahtes unter der Erde nach. (Siehe hierüber die Tafeln 1 bis 15, welchen die nöthigsten Erklärungen beigelegt sind.)

Erklärung, warum der Strom nie in eine andere als seine eigene Batterie zurückkehrt.

Es ist Sache der Erfahrung, dass ein galvanischer Strom, der durch Contact aus der Batterie erregt wird, immer den nächsten Weg zu seiner Batterie wieder zurücknimmt. Wenn auch noch so viele Batterien in eine gemeinschaftliche Erdplatte zusammengehen, und auch zu gleicher Zeit von mehreren Batterien nach verschiedenen Richtungen Ströme durch die gemeinschaftliche Erdplatte abgesendet werden, so kann nie der Strom, wenn er Wirkung hervorbringen soll, in eine andere Batterie, oder in einen nicht in seiner Linie eingeschalteten Apparat hineingehen. Fürs erste würde der Strom gar nicht aus der Batterie ausgehen können, wenn er nicht in demselben Momente sich wieder ausgleichen könnte, welches aber nur auf dem kürzesten Wege der Fall sein kann, und dann nur auf jenem Wege, auf welchem ihm die Ausgleichung seines Fluidums ohnehin durch die Einschaltung schon möglicher Weise geboten ist. Zweitens würde der Strom, wenn man annähme, dass er in eine andere Batterie, oder andern Apparat sich auszugleichen suchte, wenn auch wirklich dieselbe Batterie im Wirken wäre, auf ein ganz fremdartiges Fluidum treffen, mit welchem durchaus keine Ausgleichung erfolgen könnte. Die Kraft, welche durch Contact aus was immer für einer Batterie hervorgerufen wird, pflanzt sich durch den Schlussdraht, ob derselbe sehr lang oder kurz ist, bis zu demjenigen Apparate fort, in welchem der Schlussdraht eingeklemmt, und in welchem auch zugleich der Ausgleichungsweg dem Strome geboten wird, wo er dann durch die Erde oder durch die Luft zurückkehrt. Da dem Strome ohnehin schon durch die Einschaltung der Apparate in die Batterien der Ausgleichungsweg geboten wird, und die Einschaltung immer derart sein muss, dass der Strom seinen Kreislauf vollbringen kann, so wird es natürlich auch auf diesem und auf keinem andern Wege geschehen, und wenn 20 Ströme durch dieselbe Erdplatte gingen. Wenn wir nach dem Principe der Dualisten eine Erklärung geben wollen, so muss man annehmen, dass zwei Ströme zugleich aus der Batterie ausgehen, das $+$ und das $-$ Fluidum, und sich in dem ihnen gestatteten Schliessungsbogen ausgleichen. Die Kraft, welche durch Contact aus der Batterie hervorgerufen wird, pflanzt sich zu gleicher Zeit durch den Luftdraht und durch das Reservoir der Erde durch, erregt die einzelnen Molekeln, wovon wieder eines das andere induziert, und neutralisiren sich in dem ihrem Ausgleichungswege entgegenstehenden Apparate, wo sie die Wirkung ihrer Erregung hervorbringen, und das $+$ zum $-$ und das $-$ zum $+$ Fluidum zurückkehrt, und dieses so oft, als

die Erregung durch Contact stattfindet. Die Tafel 16 bietet die nöthige Versinnlichung.

A, B, C, D, E, F stellt von 6 Stationen die Apparate vor, wovon jeder Apparat seine Luftleitung so wie seine Erdplatte *p 1, p 2, p 3, p 4, p 5, p 6* hat. *P* ist die gemeinschaftliche Erdplatte, in welche die — Pole aller Batterien I, II bis VI gehen. 1, 2, 3, 4, 5, 6 sind die Taster, welche zwischen Batterie und Luftleitung eingeschaltet sind. Wird nun Taster 1 gedrückt, so kann der Strom keinen andern Weg nehmen, als + I Klemme 2 à 3 durch die Luftleitung *a* nach *A* zu *p 1*, von da durch die Erde zu *P* und von hier keinen andern Weg als durch den Draht, welcher zur Batterie — I zurückführt. Würde z. B. der Strom, der von + I und *p 1* kommt, in der Erdplatte *P* durch den Draht 2 fortgehen wollen, so käme derselbe zur Batterie II, und gesetzt den Fall, er ginge durch die Batterie II, so käme er zu Taster 2 und fände hier keinen Weg mehr.

Gesetzt aber es würde Taster 2 auch in demselben Momente gedrückt, so würde der erste Strom, wenn er auch durch Taster 2 ginge nach Station *B* gelangen, und nie eine Ausgleichung seines Fluidums erfolgen, weil er hier nicht nur auf ein fremdartiges Fluidum stösst, sondern auch auf diesem Wege nie zu seiner Batterie I gelangt.

Beschreibung des Stromlaufes bei Translatoren.

Hier habe ich meinen Lesern eine Translatoren-Station vorgeführt, in welche noch eine zweite Linie eingeführt ist, welche ihren eigenen Apparat, aber nur einerlei Batterie mit der Hauptlinie hat. Wecker und Schreib-Apparat ist hier sammt der Local-Batterie nicht gezeichnet, da sich diese Einschaltung immer gleich bleibt, und in der Tafel 18 obnehin deutlich durchgeführt wurde. Betrachten wir die Mittelstation auf der Tafel 17, so sehen wir, dass drei Leitungen durch die Blitzplatte einlaufen, nämlich *A, B* und *C*. Nun nehmen wir aber drei Fälle an, und verfolgen den durch den Wechsel gebotenen Stromweg.

I. Fall. Station *A* spricht durch die Mittelstation *M* mittelst Translator nach *B*. Zugleicher Zeit spricht aber auch *C* nach *M* auf Apparat Nr. 1.

Der Strom, der also von *A* kommt, tritt in *M* bei der Blitzplatte bei *a 1* ein und *a 2* aus, geht zum Linienwechsel *a 3* hinein, durch den Contact des Stiftes mit der Kreuz-Lamelle bei *d* hinaus zum Translator I, Klemme *a 4* zum hintern Ständer *r'* über die Feder und den Hebel zum oberen Contactpuncte *o'*, von hier zur Multiplication des Translators II, durch *m m* nach Klemme *a 5* zur Busole II *a 6* bei *a 7* hinaus, bringt hier die Ablenkung der Nadel hervor, geht dann zum Relais II zur Klemme *a 8* durch dessen Rollen, magnetisirt hier dieselben, welches das An-

ziehen des Hebels bewirkt, und daher auch die mit den beiden Klemmen 1, 2 verbundene, hier aber nicht gezeichnete Localbatterie schliesst, die ihrerseits dann wieder den mit derselben verbundenen Morse-Schreib-Apparat in Bewegung setzt. Von da geht der Strom zur Klemme *a* 9 des Relais hinaus zum Linienwechsel, Lamelle *f* bis zum Stift der Kreuz-Lamelle *f*, *b* 3 durch dieselbe hinaus zur Blitzplatte und von hier wieder nach *A* zurück. Dieser Strom von *A* hat aber jetzt die Schliessung des Translators II bezweckt. In dem Augenblicke aber, als der Hebel *H H'* an dem untern Contactpuncte *a* niedergezogen wird, schliesst sich die in den Translator bei *i* eingeschaltete Linien-Batterie (hier 4), welche ihren Strom dann nach *B* entsendet, und zwar von Batterie *a* Kupfer, *b* Zink, *b* Kupfer, *c* Zink, *c* Kupfer, *d* Zink, *d* Kupfer nach Translator, Klemme *i* zu *n* über den Hebel nach dem hintern Ständer *r* bei *b* 4 hinaus zum Linienwechsel, Kreuzlamelle 2, *b* 3 zur Blitzplatte, wo er bei *b* 2 eintritt und bei *b* 1 austritt, und dann in der Leitung nach *B* zur Station *B* geht, von dort zur Erde, durch dieselbe bis zur Erdplatte der Mittelstation *M*, zur Kreuz-Lamelle *d* 3, *f* die durch den eingesetzten Stift in 12 Contact erhält, von hier zur Klemme *a* 9, wo er, da ihm der Weg durch die Multiplications-Rollen des Relais abgeschnitten ist, gleich zu der Klemme *a* 10, die mit *a* 9 im Contacte steht, hinaus zum — Pol der Batterie *a* zurückkehrt. Nun kann aber auch *C* in derselben Zeit nach *M* sprechen, und zwar durch Stations-Apparat I. Es geht nämlich der Strom, der von *C* kommen sollte zu *c* 1, *c* 2 Linienwechsel, *c* 3 Kreuz-Lamelle, *g* nach Taster I, Klemme *c* 4 bei *c* 5 hinaus nach Relais I, Klemme *c* 6 durch dessen Rollen wo er wieder die Wirkung des Anziehens äussert, bei Klemme *c* 7 hinaus zur Busole I *c* 8, bei *c* 9 hinaus wo er wieder die Ablenkung der Nadel bezweckt, von hier zur Blitzplatte, aber zur Erdlamelle *E* bei *c* 10 hinein, *c* 11 heraus zur Erdplatte II, von wo er wieder nach seiner Station *C* zurückkehrt.

Bei dem Gesagten gilt die Wechselstellung Nro. 1.

Spricht aber z. B. die Mittelstation selbst nach *A* am Translator, so wird, weil hier kein Taster eingeschaltet ist, gleich auf den Hebel des Translators I gespielt. Der Strom geht also wieder von Batterie *a* +. Batterie *b*, Zink + *b* nach Klemme *i'* des Translators I zu *u'* über, der Hebel nach *r'* bei Klemme *a* 4 hinaus, Kreuz-Lamelle *d*, *a* 3 durch Stift 1 zur Blitzplatte *a* 2, *a* 1 nach Station *A*, dort in die Erde bis zur Platte I der Mittelstation *M*, von hier durch Kreuz-Lamelle *d* 3, *f* zum Relais II, Klemme *a* 9 *a*, 10 zum 1 Pol der Batterie *a* zurück. Es ist hier dasselbe Spiel, gerade als ob von *B* Zeichen kommen würden, nur dass hier der Beamte selbst den Strom entsendet, was früher der Strom von *B* selbst vollführte, und dass sich die Zeichen in

der Mittel-Station nicht aufschreiben, und auch von der Station *B* nicht gesehen werden, da *M* kurz nach *A* spricht.

Eben so ist der Stromweg wenn die Mittel-Station *M* nach der zweiten Linie *c* zu sprechen hat. Hier wird ausserdem ein kleiner Batteriewechsel *S*, *S* 1, *S* 2 angebracht, um bald mit 2 bald mit 4 Batterien, je nach dem besseren oder schlechteren Isolirungs-Zustande der betreffenden Leitung sprechen zu können.

Das Männchen *S* des Wechsels ist mit der Klemme 3 des Tasters verbunden; Weibchen *S* 1 mit dem + Pol der Batterie *b*, und Weibchen *S* 2 mit dem + Pol der Batterie *d*, daher das Spiel, wenn *S* in *S* 1 geklemmt mit 2 Batterien, und wenn *S* in *S* 2 geklemmt mit 4 Batterien geschieht. Ausserdem ist auch noch die Klemme 4 des Relais I mit dem Zinkpol der Batterie *a* 2 verbunden. Wie auf Taster I gedrückt wird, zirculirt der Strom vom eingeschalteten Batterieweibchen nach Männchen *S*, Klemme 3 des Tasters zu *c* 4 hinaus nach Kreuz-Lamelle *g*, *c* 3 durch Stift I 4 zur Blitzplatte *c* 2, *c* 1 nach Station *C*, zur dortigen Erde bis zur Platte II, der Mittel-Station *M*, zur Erd-Lamelle *E*, *c* 11 durch dieselbe hindurch nach *c* 10, zur Busole I, *c* 9, *c* 8 nach Klemme *c* 7 des Relais I, von hier, da ihm der Weg durch die Rollen des Relais durch den hinten niedergedrückten Taster abgeschnitten ist, gleich zur Klemme 4 und zum 2 Pol der Batterie *a* wieder zurückkehrt. Die Zeichen schreiben sich hier am Schreib-Apparate ebenfalls nicht auf, da der Relais nicht affizirt wird, daher sich auch die in die Klemme 1, 2 des Relais eingeschaltete, aber hier ebenfalls nicht gezeichnete Local-Batterie nicht schliessen, folglich auch den Relais-Schluss des Morse-Schreib-Apparates nicht hervorbringen kann.

II. Fall. *M* spricht mit *A* auf Apparat I und *C* aber mit *B* durch den Translator.

Hier tritt derselbe Fall ein, nur umgekehrt mit einer andern Station. Hierzu gilt die Wechselstellung Nr. 2.

III. Fall. *B* spricht mit *M* auf Apparat I und *A* mit *C* durch Translator.

Hier ist der Stromlauf wieder derselbe, und meine Leser dürfen nur das Stecken der Stifte im Linienwechsel beachten, so wird sich das andere leicht herausfinden lassen. Hierzu gilt die Wechselstellung Nr. 3.

Der Strom, der aus der Mittel-Station *M* sowohl durch den Translator als durch den Apparat I abgesendet wird, behält immer den gleichen Weg, und nur die Stellung der Stifte im Wechsel ändert denselben, eben so wie den Weg des von der fremden Station kommenden Stromes, daher das Einstudiren des Wechsels ein Hauptaugenmerk des dienstthuenden Telegrafisten sein muss.

Auch einen vierten Fall will ich noch aufstellen.

M will z. B. als End-Station betrachtet werden; die Zeichen sollen daher von der einen Station zur andern

nicht gelangen, so ist das sehr einfach. Man spannt nämlich die Feder des affizierten Translators so, dass dessen Anker nicht angezogen werden kann und blos der Local-Relais II affiziert wird, welcher dann die Zeichen wie sonst gewöhnlich dem Schreib-Apparate mittheilt. Auch kann man ein kleines Gewichtchen, wie Fig. 117 zeigt, an den Hebel hängen. *a* ist ein Plättchen von was immer für einer Materie, (Holz, Bein oder Metall bleibt sich gleich), welches in der Mitte bei *c* einen Einschnitt hat, in welchen der Hebel des Translators leicht hineinpasst. An beiden Seiten gehen zwei schwache Drähte *o o* herab, an welchen zwei kleine Bleikugeln *B B* befestigt sind. Diess hängt man darauf; wenn der Strom in *M* seinen Schluss finden soll, so braucht die Feder nicht immer gespannt und gerichtet zu werden.

Den Schluss des Morse durch Relais und Local-Batterie, so wie den Schluss des Weckers durch Morse- und Wecker-Batterie finden meine Leser zu deutlich in der Tafel 9, so wie schon in einigen früheren Tafeln der Combinationslehre durchgeführt.

Ueber die Translation der Schreib-Apparate spricht sich Tafel XVII/2 zu deutlich aus, als dass es nöthig wäre, noch in nähere Details einzugehen. Der Strom von Station *A* tritt bei Morsetranslator I, Klemme *a* geht über den Hebel zu *d*, Klemme *c* hinaus zum Relais II. Klemme 1 magnetisirt den Electromagneten, geht bei 3 wieder hinaus zur Erdplatte und zu seiner Station *A* wieder zurück; durch das Anziehen des Ankers schliesst sich aber die Local-Batterie, deren Strom vom + Pol nach Klemme 4 des Relais II hinein, über den Hebel 6, 7 bei 5 hinaus und zur Klemme *g* des Translators II geht, hier ebenfalls den Electromagneten magnetisirt, durch Klemme *h* hinaus und zum — Pol der Local-Batterie wieder zurückkehrt.

Aber eben durch dieses Anziehen des Ankers, durch die vorhergegangene Magnetisirung des Electromagneten in Morsetranslator II, wird die in diesem Apparate eingeschaltete Linien-Batterie geschlossen. Diese entsendet nun vom + Pol einen Strom nach Klemme *b* des Translators II. Der Hebelarm des Morse II ist aber durch den Anziehungsact von der hintern Schraube entfernt, wodurch nach Klemme *c* kein Strom gelangen kann. Da aber durch eben diese Entfernung des Hebelarmes der Schluss des hintern Ständers (man lese aufmerksam die Beschreibung der Morsetranslation) und dadurch wieder die Verbindung der Klemme *b* mit *a* (in der Apparat-Zeichnung *o'* und *o*) bezweckt wird, so geht der Strom von *b* über den Hebel nach Klemme *a*, von da in die hier eingeschaltete Luftleitung der Station *B*; bringt dort dieselben Zeichen wie sie *A* gab, und geht dort in die Erde bis zur Erdplatte der Translations-Station zu einem der beiden

Relais I oder II, von hier, da ihm durch die Rollen der Weg abgeschnitten, sogleich nach Klemme 2 und zum — Pol der Linien-Batterie zurück.

Spricht man selbst nach *A*, so spielt man, um die Local-Batterie zu schonen, statt am Relais I gleich auf Translator I, wo dasselbe geschieht, als ob Station *B* Zeichen nach *A* geben würde.

Spricht man nach *B*, so spielt man auf Translator II. Soll der Strom, der von *A* oder *B* kommt, seinen Schluss finden und nicht an die andere Station gelangen, so bringt man zwischen den Klemmen *b* des Translators und der Linien-Batterie einen Wechsel, an der dann aufgemacht wird, oder man beschwert den durch den fremden Strom affizirten Relais, so kann dieser den betreffenden Translator nicht schliessen.

Somit wäre auch die dem geringen Umfange dieses Handbuches angemessene Combinations-Lehre geschlossen.

Sechszehnter Abschnitt.

Specielle Verhaltensregeln bei Prüfungen auf Isolirung und Ganzsein des unter der Erde liegenden Gutta-Percha-Drahtes.

Um meinen Lesern in jeder erforderlichen Beziehung an die Hand zu gehen, will ich zum Schlusse noch die Prüfungen des Gutta-Percha-Drahtes, das Auffinden der schadhaften Stellen, so wie dessen Ausbesserung ausführlicher besprechen.

Es mag bei jeder wie immer gearteten Drahtprüfung, welche man mit dem unter der Erde sich befindlichen Drahte vornimmt zur allgemeinen Richtschnur dienen, dass man bei derlei Prüfungen nicht in's Extreme übergehe, und zwar aus folgenden sehr deutlich einleuchtenden Gründen. Erstens was das viele Zerschneiden des Drahtes betrifft, so muss bemerkt werden, dass es gerathener sei, lieber eine ganz neue Ader zu legen, als noch mehrere Verbindungen anzubringen, denn jede auch die beste Verbindungs-Stelle ist an und für sich schon eine kleine Ableitungs-Stelle. Eben so ist bei Anlegung der Klemmschrauben zu beachten, dass dieselben gut angezogen werden, die ganze Verbindungsstelle sammt der Klemmschraube mit Massen erwärmter, im plastischen Zustande sich befindlicher Guttapercha überzogen, und mit sehr heissen, jedoch aber nicht glühenden Eisenkolben überstrichen, d. h. verlöthet werden müssen. Warum hierbei auch grosse

Vorsicht zu gebrauchen ist, werden meine Leser wohl einsehen; ist das Eisen glühend, so erfolgt ein allsogleiches Verbrennen des Gutta-Percha-Ueberzuges, und die Masse ist dann nicht mehr gehörig von der Feuchtigkeit der Erde isolirt; ist das Eisen zu wenig heiss, oder die Masse zu wenig plastisch, so erfolgt wieder eine zu geringe Anschmiegung an die Verbindungs-Stelle, und es tritt hier wieder die Feuchtigkeit der Erde als zerstörende Wirkung auf. Am besten liegt der Draht, wenn man ihn in hydraulischen Kalk bettet, besonders an jenen Stellen, wo die Feuchtigkeit der Erde vorherrschend ist, z. B. bei Strassen die öfters von Gebirgswässern oder austretenden Flüssen überschwemmt werden.

Um sich aber nicht an jede kleine Ablenkung zu stossen und sie als Fehler zu betrachten, diene hier folgende auf gegründete Erfahrung sich stützende Andeutung.

Die Ablenkungen variiren nach der Jahreszeit, dem Wetter und den Instrumenten, welche man zur Prüfung anwendet. Eine sehr empfindliche Busole zeigt bei einer vollkommen guten Leitung auf einer Strecke von $\frac{1}{2}$ Meile eine Ablenkung von $2-3^\circ$. Zehn bis zwanzig Meilen geben 50 bis 60° Ablenkung, d. h. unter sehr günstigen Umständen. Ist die Ablenkung so stark, dass sie beinahe einen gänzlichen Umschwung der Nadel zur Folge hat, so ist der Isolirungsfehler ganz nahe, und man gräbt daher bei der ersten Verbindungsstelle, welche ohnehin zur schnellen Auffindung derselben alle angezeigt sein müssen, auf, und prüft dann zuerst nach der einen und dann nach der andern Seite. Bei kleineren Ablenkungen z. B. $70-80^\circ$ ist der Fehler weiter. Man gräbt nach vorgenommener Prüfung in der Mitte der ganzen Strecke, ebenfalls bei einer angezeigten Verbindungsstelle auf, und prüft ebenfalls nach zwei Seiten, und zwar so lange, bis man den Fehler gefunden hat, was freilich wohl ein mehrfaches Zerschneiden des Drahtes zu Folge hat. Neuerer Zeit prüft man wohl, statt des Zerschneidens mittelst des Anstechens; dieses Verfahren ist aber nicht so sicher als das Erstere. Die Tafel 18 versinnlicht dies genau.

Es können hier wieder drei Fälle eintreten. 1. Kann der Fehler näher bei der Anfangs-Station und eben so näher bei der End-Station liegen. 2. Kann der Fehler gerade mitten in der Strecke vorhanden sein, und endlich 3. auf mehreren Stellen zugleich. Es besteht hier folgendes Gesetz.

Es verhält sich stets der grössere Grad von Ablenkung zum kleineren Grade der Ablenkung, wie die Anzahl der Meilen der ganzen Strecke sich zu x verhält, oder anders ausgedrückt, $w : W - M : m (x)$.

Es sind stets die Widerstandslängen verkehrt proportional zu den Tangenten der Ablenkungswinkel.

Dieses Gesetz ist auf die neuere Prüfungsmethode, welche in Taf. XIX. ersichtlich ist, nämlich auf die Prüfung des Drahtes von zwei Seiten zugleich, anwendbar, und man wird nach obiger Gleichung immer den Fehler des Drahtes sogleich auffinden, ohne viel Zerschneidungen vornehmen zu dürfen. Bedeutet z. B. C eine 60 Meilen lange Strecke und 1, 2, 3 einige der angezeigten Verbindungs-Puncte, so prüft man von der Station A aus, mittelst eines feinen Galvanometers und einer Batterie, auf die in der Zeichnung Tafel XIX. hier ersichtliche Art. Ist z. B. bei $a 1$ die schadhafte Stelle, so würde der Strom kurz abschliessen, nämlich vom $+$ Pol der Batterie nach $P 1$ durch die Erde zu $b, a 1$ zum Galvanometer und durch denselben zum $-$ Pol der Batterie zurück. Hier findet natürlich der Strom nicht viel Widerstand, und es erfolgt eine grössere Ablenkung z. B. von 120° . Diese Ablenkung notirt man, und prüft dann von der Station B aus, auf dieselbe Art, wie früher in A . Ist nur eine Unterbrechungs-Stelle und zwar die bei $a 1$, so hat hier der Strom mehr Widerstand zu besiegen, und es erfolgt eine kleinere Ablenkung. Der Strom geht vom $+$ Pol in B nach $P 2$, $b, a 1$ zum Galvanometer und zur Batterie in B wieder zurück. Erhielte man z. B. hier die Ablenkung von 80° , so verhielte sich nach unserem aufgestellten Gesetze: $120^\circ : 80^\circ = .60 : x$ und dieses gebe das Resultat von 40 Meilen. Man misst nun eine Strecke von 40 Meilen von A aus, und gräbt bei der ersten sich dort ergebenden Verbindungs-Stelle auf (1) und prüft dann ebenfalls nach zwei Seiten nach links und nach rechts, und so muss der Fehler gefunden werden.

Zweiter Fall.

Es könnte sich aber auch treffen, dass die schadhafte Stelle gerade mitten in der Strecke wäre. Man würde diess aus dem ganz, oder doch nahezu gleichen Ablenkungswinkel, sowohl der einen als auch der andern Station ersehen. In diesem Falle würde die Ablenkung sehr gering sein; weil der Strom von beiden Stationen aus, durch die bedeutende Länge des Drahtes auch bedeutenden Widerstand fände. Erfolgt also eine beinahe gleiche Ablenkung, so hat man auch weiter nichts anderes zu thun, als den Fehler in der Mitte zu suchen. Man gräbt in diesem Falle (hier 30 Meilen) in der Hälfte der Strecke auf, und nimmt die schon bekannte Prüfung nach zwei Seiten vor.

Dritter Fall.

Auch im letzten Falle, wenn z. B. der Draht auf beiden Seiten oder auch mehrere fehlerhafte Stellen hätte, muss von der Mitte aus, nach beiden Seiten geprüft werden. Hat man von A und B

aus sehr grosse Ablenkungen erhalten, so ist es das sicherste Zeichen, dass sowohl in *A* als *B* die Fehler nahe liegen, und es geht dieselbe Prüfung vor, wie in den beiden ersten Fällen.

Es kann sich aber auch ein vierter Fall ereignen, nämlich, dass der Guttapercha-Ueberzug sehr gut isolirt, und dennoch eine gänzliche Unterbrechung stattfindet. Hier muss also der Draht im Innern der Gutta-Percha zerbrochen sein. Wie die Prüfung geschieht, ist aus der Zeichnung Tafel XX ersichtlich.

Es wird nämlich von der Anfangs-Station *A* der Draht mit einer Batterie, einem sehr groben Galvanometer und einer Erd-Platte in Verbindung gesetzt. Eben so wird in der Station *B* eine Erdleitung, so wie sie die Figur zeigt, hergestellt. Ist nun der Leitdraht ganz, so geht nach Verhältniss der Stärke der Batterie auch ein eben so kräftiger Strom durch die Kette, und zwar vom + Pol der Station *A* zum Galvanometer *G* nach *b* in der Richtung des Pfeiles *f* 1 nach *c* Erdleitung *f* 2, *P* 1 zum — Pol der Batterie in *A* zurück, und der Galvanometer wird kräftig abgelenkt. Wäre aber z. B. bei *a* 1 der Draht im Innern der Gutta-Percha gebrochen, so erfolgt keine Ablenkung; weil der Strom der Batterie keinen Kreislauf findet, um zur Batterie zurückkehren zu können. Es erfolgt daher keine Ablenkung, ausser es würden sich die zwei Spitzen des gebrochenen Leitdrahtes in der Hülle schwach berühren. Auch in diesem Falle ist es dann nöthig in der Mitte aufzugraben, nach beiden Seiten zu prüfen, und immer eine Erdleitung an beiden Enden herzustellen.

Die Auffindung dieser schadhafte Stellen findet, obwohl man neuerer Zeit die Stichmethode anwendet (das ist das Anstechen mit sehr feiner Nadel, die mit der Spitze in die Gutta-Percha gedrückt mit dem Leitdrahte in Contact gebracht wird) doch selbst bei den besten Instrumenten mit dem grössten Zeitaufwande statt, daher jetzt in neuerer Zeit, so lange kein Stoff fabricirt werden kann, bei welchem weder die Erdfeuchte, noch die sengende Hitze schadet, noch das Benagen der Erdthiere zu fürchten ist, diese Leitungen gänzlich in den Hintergrund treten, und nur mehr in grösseren Städten, um der Verschönerung der Strassen durch die aufzustellenden Tragsäulen nicht in den Weg zu treten, angewendet werden; ferner bei sehr kurzen Distanzen, wo eine Luftleitung mehr Schwierigkeit als eine unterirdische machen würde, und endlich durch Flüsse, wo aber die Drähte gut getheert und in grösserer Anzahl in Bleiröhren zu liegen kommen, welche auf dem Grunde durch eiserne Anker oder schwere Bleikugeln festgehalten werden, wie diess z. B. bei unterseeischen Telegrafen der Fall ist. Gegen die Bosheit der Menschen schützen oberirdische Leitungen mehr als jene unter der Erde, welche man mit jedem scharfen Werkzeuge zerschneiden kann, wo es hingegen bei Luftleitungen, die dem Auge der ganzen Welt sichtbar sind, dem Böswilligen schwerer gemacht wird,

Zerschneidungen oder das Zerschlagen der Isolatoren oder Zusammenwickeln der Drähte zu veranlassen; und überdiess ist auch die Herstellung einer beschädigten Luftlinie viel leichter und einfacher. Auch macht der Kostenpunct an sich selbst schon offene Leitungen wünschenswerther. Bis jetzt ist man noch nicht so glücklich gewesen einen Stoff, der allen Anforderungen zum Telegrafendienst entspricht zu entdecken oder zu fabriziren, daher auch unterirdische Leitungen bis dahin ziemlich im Hintergrunde bleiben dürften.

I.

A n h a n g.

Der von dem k. k. österreichischen Staatstelegrafen-Director Hrn. Dr. Wilhelm Gintl construirte galvano-chemische Schreib-Apparat.

Eine werthvolle Erfindung ist unstreitig der für den Telegrafen-Betrieb vom Director des österreichischen Staats-Telegrafen, Hrn. Dr. Gintl, construirte galvano-chemische Schreib-Apparat, der ein unleugbares Zeugniß des regen Forschungsgeistes und der tief begründeten Wissenschaft dieses Gelehrten ist.

Da dieser Apparat wirklich sehr einfach, dabei höchst sinnreich ist, nebenbei auch den Relais, der ohnehin für die noch nicht gehörig eingeübten Telegrafen-Beamten ein schwieriger Regulations-Apparat ist, ganz erspart, zumal man es hier nicht mit Electromagnetismus sondern mit galvano-chemischen Kräften zu thun hat, so will ich in einer gedrängten Erklärung das Princip desselben und seine Einschaltung zu versinnlichen suchen. Da der Relais nun wegfallen soll, so wird sogleich begreiflich, dass auch die Electromagnete des Schreib-Apparates unnütz sind, und somit hat Herr Director Gintl einen grossen Widerstand, den die Umwindungen des Relais in die Leitung bringen, beseitiget, woraus der Vorthail sich ergibt, dass man mit weniger Stromkraft eine Correspondenz einzuleiten im Stande ist. Da den Lesern noch die erste Formel Ohm's im Gedächtnisse sein wird, die da lautet: $S = \frac{E}{W}$ so wird auch jeder einsehen, dass wenn dieses W (Widerstand) bedeutend kleiner gemacht oder beinahe ganz hinwegfällt, nun auch S nahezu $= E$ werden müsse. Aber auch die Local-Kette und deren Kostenpunct wird hier erspart. Mithin haben wir es nur mit dem Gestelle des

Morse, dem Räderwerke mit den beiden Walzen 4 und 5, dem Taster und der Linien-Batterie zu thun. Hierwegen beliebe man sich die Figur des Morse-Apparates ins Gedächtniss zu rufen und sich den Hebel *H H'* sammt dem Anker, Schreibstifte, Electromagneten *M* nebst der hintern Säule *S* ganz hinwegzudenken. Statt des Hebels nun wendet Dr. Gintl einen drehbaren mit einer Stellschraube versehenen Metallarm an, welcher den mit einem Gewinde versehenen metallenen Schreibstift trägt; welcher eben durch dieses Gewinde vor- und rückwärts gedreht, und durch die Beweglichkeit des ihn haltenden Metallarmes eine beliebige Neigung mehr oder weniger, gegen einen unter diesem Stifte sich befindlichen halbrunden Metallsteg, an welchem jener leicht federnd andrückt, wodurch metallinischer Contact entsteht, erhalten kann. Diess sind zwei Hauptpuncte. Der dritte wesentlichste ist aber das Papier selbst. Aus der Physik dürfte wohl bekannt sein, dass, wenn trockenes Papier zwischen zwei von einem galvanischen Strome durchflossene Contact-Puncte gelegt wird, dadurch dem Strome selbst ein unbesiegbarer Widerstand in den Weg tritt, und das Papier erst dann zum Leiter wird, wenn es präparirt oder mit einer Säuren-Lösung getränkt wird. Dieses hat nun Herr Dr. Gintl von streng wissenschaftlichem Gesichtspuncte aufgegriffen, und seinem unermüdeten Eifer und fortwährenden Versuchen, auf diese Art eine Correspondenz einzuleiten, ist ein lohnendes Resultat geworden.

Dr. Gintl benützt zweierlei Lösungen, mit welchen er das Papier präparirt, und zwar Jodkali mit Stärk-Kleister, welches aber nochmal so theuer kommt als cyansaures Kali mit Salzsäure und Kochsalz aufgelöst. Der so präparirte und getrocknete Papierstreifen wird so wie beim Morse auf die Messing-Trommel gesteckt, und zwischen dem Schreibstift und den unter ihm befindlichen Metallsteg zu den beiden Walzen 4, 5 hingeführt, welche denselben, wenn der Windflügel ausgelöst wird, durch sich hindurchziehen. Nun ist aber die Zirkulirung des Stromes durch eben dieses trockene Papier gehemmt. Zu diesem Zweck hat Dr. Gintl eine höchst einfache aber sinnreiche Vorrichtung angebracht, und zwar unmittelbar an der Stelle, wo das Papier zwischen Stift und Steg eintritt, befindet sich unterhalb des Papiers eine kleine Wanne in welcher ein Schwamm, der mit stark verdünnter Schwefelsäure stark befeuchtet ist, steckt, und oberhalb des Papiers eine kleine Walze, welche den Streifen sanft an den Schwamm andrückt und ihn somit in feuchtem Zustande zwischen den Stift und Steg einführt, wodurch dem präparirten Papier ein hoher Grad von Leitfähigkeit mitgetheilt, und das Hinderniss behoben wird. Sobald nun ein electrischer Strom zirculirt, so drücken sich licht- oder dunkelblaue Zeichen, je nach Präparirung des Papiers, auf denselben ein, und da dasselbe Alfabet wie beim Morse angewendet werden kann, so erhält man natürlich, je nach län-

gerem oder kürzerem Schliessen des Tasters, Punkte oder Striche, welche, da sie chemischer Natur sind, sich nicht ohne Merkmal auswischen oder verfälschen lassen. Was wir bereits aus meiner früheren Theorie und den ersten Combinations-Tafeln wissen, kann es daher nicht mehr schwer fallen, sich die Einschaltung dieses Apparates selbst zu versinnlichen. Doch will ich näher darauf hinführen, und eine Einschaltung für zwei Stationen erklären.

Man zeichne sich den Morse-Apparat so wie er in den ersten Tafeln in horizontaler Lage zu sehen ist, für zwei Stationen, z. B. *A* und *B*, versehe jeden Apparat mit zwei Klemmen, von welcher die links zum Metallsteg führt, welche wir *l* nennen wollen, und die rechts zum Schreibstift, welche wir *r* nennen.

Man zeichne sich ferner eine Linien-Batterie für *A* wie für *B* mit ihren zwei Polen, die wir mit $+$ und $-$ bezeichnen, dann den Taster mit seinen drei Klemmen für jede Station, (so wie in den Tafeln ersichtlich ist) ausserdem für jede Station eine eigene Erd-Platte, die wir *P* 1 und *P* 2 nennen wollen, so ist die Combination keiner Schwierigkeit mehr unterworfen, vorausgesetzt, dass die frühere Theorie begriffen wurde. Es ist also z. B. in Station *A* die Klemme 2 des Tasters, die wie bekannt, mit dessen Ambos communicirt, mit dem $+$ Pol der Batterie; die Klemme 3 des Tasters die mit dem Mittelstück communicirt, mit der Klemme *l* linker Hand des Schreib-Apparates, und somit mit dem Metallsteg; endlich die Klemme 1 des Tasters, die mit dem Unterbrechungs-Stücke communicirt, mit der Erdplatte *P* 1 in Station *A* und der $-$ Pol der Batterie ebenfalls mit dieser Erdplatte, und endlich das eine Ende des Luftdrahtes mit der Klemme *r* rechter Hand des Schreib-Apparates, und somit mit dem Schreibstift in Verbindung zu setzen.

In Station *B* ist die Einschaltung ganz einfach dieselbe, nur dass die Klemmen des Schreib-Apparates wechseln; und zwar kommt die Taster-Klemme 3 hier in die Klemme *r* des Schreib-Apparates und folglich mit dem Schreibstift, und die Klemme *l* des Schreib-Apparates mit dem von *A* ausgehenden zweiten Ende der Luft-Leitung in Verbindung zu setzen. Die andere Einschaltung ist der in *A* vollkommen gleich. Bei aufmerksamer Betrachtung der obenerwähnten Zeichnung ergibt sich folgender Stromlauf: Wird in Station *A* gespielt, also der Taster niedergedrückt, so geht aus der Batterie der $+$ Strom zur Klemme 2 des Tasters Ambos, über den Hebel, Mittelstück, Klemme 3 hinaus zur Klemme *l* des Schreib-Apparates, Metallsteg. Hier fände aber, weil der Apparat der sprechenden Station in Ruhe bleiben soll, also das Papier nicht laufen darf, der Strom ein Hinderniss in dem trockenen Papier, und könnte somit nicht zum Stifte gelangen. Dafür ist aber in jeder Station die Vorrichtung angebracht, dass der Metallarm der den Stift hält, seitwärts ge-

neigt werden kann, so dass derselbe nicht mehr das Papier, sondern unmittelbar den Metallsteg selbst berührt. Von diesem Stege geht nun der Strom zum Stift, Klemme *r*, Luftleitung nach Station *B*, wo er beim Apparate Klemme *l* eintritt, über den Metallsteg zum Papier, welches aber hier in der empfangenden Station läuft und somit aus der Wanne mit dem Schwamme seine Leitfähigkeit erhält, und den Strom nach dem Stift selbst leitet, wo er zur Klemme *r*, von da zur Tasten-Klemme 3, und da selbe hier im Ruhezustand ist, zum Mittelstück nach dem Unterbrechungsstück, Klemme 1 hinaus durch den Erddraht zur Platte *P2*, geht; von da an seine Ausgangs-Station *A* zur Erdplatte *P1* kehrt, und sich hier im — Pol seiner Batterie ausgleicht. Dasselbe Spiel ist wenn *B* spielt und *A* empfängt; nur dass der Strom den umgekehrten Weg nimmt. Meine Leser werden zwar und das mit Recht fragen, durch welches Signal wird man auf die Depeschen-Ankunft vorbereitet, oder wie hört man, wenn die empfangende Station den Geber unterbricht, oder wo ist zur Nachtzeit das Wecker-Signal? Und doch ist die Sache ganz einfach und leicht.

Man darf nur zwischen Taster, und zwar zwischen der Klemme 1 und der Erdplatte einen gewöhnlichen Indicator von Bein einschalten, oder einen Glocken-Relais, so bleibt derselbe bei dieser Einschaltung wenn man selbst spielt unafficirt; weil beim Niederdrücken des Tasters die vordere Kette mit der Erdplatte geöffnet wird, während man doch die fremde Station ununterbrochen hört, wenn beim neuen Ausholen des Tasters zu einem frischen Zeichen derselbe auf einen Moment geschlossen werden muss. Auf der empfangenden Station geht natürlich der Indicator getreu mit, was aber nichts zur Sache thut, da die Schläge der Nadel auf die Glocke nicht so stark sind, um das Ohr unangenehm zu berühren, und bei Tagzeit immerhin genug Signalstärke hat, um den Beamten auf den Empfang einer Depesche vorzubereiten. Auf der gebenden Station wird wie schon bemerkt, der Metallstift mit dem Arme seitwärts gedreht, so dass er unmittelbar auf den Metallsteg als Feder wirkt, und erst dann auf das Papier gedreht, und der Windflügel ausgelöst, wenn die empfangende Station entweder unterbricht, oder das Zurückgeben der Phrasen ankündet, welches durch das Schlagen des Indicators auf die Glocke zur Genüge erkennbar bleibt.

Zur Nachtzeit kann dagegen mittelst eines dreiklemmigen Spangenwechsels zu besagtem Indicator auch noch ein electromagnetischer Wecker eingeschaltet werden, und diess auf eine Weise, dass man ohne Unterbrechung des Hauptstromes denselben ausschalten kann, und dafür den Indicator verbindet, welches bei den bekannten beschriebenen Klemmenwechseln ohne den mindesten Zeitverlust geschieht. Einige werden wohl fragen, wozu zwei Wecker-Signale, warum einen Wecker, wenn ohnehin ein

Indicator, und warum einen Indicator, wenn man einen Wecker einschalten will? Alle diese Fragen sind leicht zu beantworten. Ein Indicator muss sein, selbst bei Tageszeit, weil man sonst das Unterbrechen und das Ankündigen einer Depesche nicht hören würde. Bei Nachtzeit wäre aber ein Indicator allein für manche Herren ein äusserst unsicheres Wecker-Signal; hingegen aber ein electrischer Wecker, besonders wie derselbe jetzt von der k. k. Telegrafen-Werkstätte in Wien verfertigt wird, aufs beste seine Schuldigkeit thut. Diess zur Beantwortung der ersten Frage. Die zweite Frage lässt sich von selbst lösen. Wollte man einen Wecker ganz allein statt eines Indicators einschalten, so würde das Ohr zu unangenehm berührt werden. Auch wendet Dr. Gintl statt dem ersteren drehbaren Schreibstiftarm bloss die zwei gewöhnlichen Einschaltungsklemmen an, jedoch mit einem zweifachen Drahte, welcher somit auch natürlich dem Strome zwei Wege gestattet, nämlich im Ruhestand des Apparates und in der Thätigkeit des Apparates. Noch ist zu bemerken, dass die Einschaltung jederzeit so sein müsse, dass der + Strom zuerst durch den Schreibstift zum Metallsteg gelangen könne, da sonst die Zeichen auf der untern Seite des Papiers erscheinen und schwer zu lesen sind.

Hiermit schliesse ich nun die Beschreibung dieses Apparates, der gewiss volle Würdigung verdient, und dem Erfinder zur grössten Ehre gereicht.

II.

A n h a n g.

I. Vom neuartigen amerikanischen Schreib-Telegrafen.

Obwohl noch manches an der Construction dieses Apparates geändert werden muss, bevor derselbe als vollkommen anwendbar bezeichnet werden kann, so ist er doch eine der geistreichsten Erfindungen der Neuzeit, und es lassen sich bei fortgesetztem Studium für die Zukunft die glänzendsten Resultate erwarten. Da die Idee wirklich originell ist, so will ich dieselbe in so weit zu erörtern versuchen, als ich dieselbe selbst aufgefasst habe.

Die Eigenthümlichkeit dieses Telegrafen besteht darin, ohne besondern Zeitverlust, und nicht wie gewöhnlich einzelne Buchstaben oder Worte, sondern die ganze Depesche selbst, mit der frappant nachcopirten Schrift des Schreibers der Depesche auf einmal zu geben. Obwohl dies übertrieben und unbegreiflich scheint,

so müssen meine Leser bedenken, dass im Fache der Telegrafie seit ihrer Erfindung so vieles ins Leben Getretene, selbst dem schon etwas Eingeweihten unbegreiflich erscheint, um so mehr es dem Laien nicht zu verargen ist, wenn ihm Kräfte der Natur, die durch das fortgesetzte Studium dem Willen des Menschen zu gehorchen gezwungen werden, nicht so leicht begreiflich scheinen. Darum können mehrere Andeutungen über diesen Telegrafen einige Verständlichkeit bieten.

Derselbe übertrifft an Schnelligkeit jedenfalls den Morse'schen Telegrafen um das Sechsfache. Man fand bei der Probe, welche, mittelst eines Chronometers von dem berühmten Mechaniker Hick verfertigt, (welcher die Zeitangabe bis auf den hundertsten Theil einer Secunde reduzirt) Statt fand, die Erwartungen in Hinsicht seiner Schnelligkeit nicht übertrieben.

Seine Bestandtheile, obwohl jetzt schon in der Form wieder verändert, aber doch im Hauptzweige sich gleich bleibend, sind folgende:

Auf jeder Station befindet sich ein Gestelle, in welchem ein Räderwerk so wie bei unserem Morsé, (nur natürlich grösser) angebracht ist, dessen Mechanismus durch genaue gleich schwere Gewichte beim Zurückschieben der Kurbel in Bewegung gesetzt, und auf beiden Stationen in gleichem Gang durch einen eigenen Regulator erhalten wird. In dem Räderwerke selbst befindet sich eine Walze, die sich um ihre Axe dreht, und nebenbei durch den Gang des Räderwerkes ihrer Länge nach vorwärts geschoben wird. Die Einrichtung ist so getroffen, dass wie in der einen Station das Uhrwerk zu gehen anfängt, sich eine eigene Batterie schliesst, und in der anderen Station eben durch diesen electrischen Strom, welcher in der zweiten Station Electromagnetismus hervorruft (der seinerseits wieder auf einen Mechanismus wirkt, und die Sperre des Windflügels löst, wodurch auch dort das Gewicht in Thätigkeit versetzt wird) das Uhrwerk in demselben Momente ebenfalls dort zu laufen anfängt. Natürlich müssen die Walzen gleiche Bewegung erhalten, mithin das ganze Räderwerk gleich gearbeitet sein, genau übereinstimmende Gewichts-Schweren haben, kurz, so übereinstimmend gleichzeitig sich bewegen, als ob die Maschine nur eine wäre. Diess ist eigentlich die Hauptbedingung, aber auch zugleich diejenige, deren Erfüllung den grössten Scharfsinn der Mechaniker in Anspruch nimmt. Bis jetzt ist dieser Apparat, wie gesagt, noch nicht vollkommen, da die Schrift noch immer etwas verzogen erscheint, obwohl schon bedeutende Verbesserungen durch berühmte Männer daran gemacht worden sind. Benennen wir nun z. B. die eine Station mit S und deren Walze mit a , und die zweite Station mit S' und deren Walze mit a' : so können wir uns leichter verständigen. Der Schreiber der Depesche z. B. in Station S schreibt mit einer isolirenden Substanz auf ein leitendes eigens aus Gold-

oder Silberüberzug bereitetes metallinisches Papier. Diese Schrift wird nun auf die Walze a gelegt; über dieser Walze aber steht ein Schreibstift, welcher aus Metall verfertigt und gut polirt ist. Derselbe ist nach Erforderniss und Dicke des Papiers höher oder tiefer zu stellen, und muss bei Umdrehung der Walze dieselbe berühren. Der $+$ Pol der Linien-Batterie ist in Station S mit diesem leitenden Papier, und dem einen Leitdrahte verbunden, während der zweite, also der $-$ Pol derselben Batterie in Station S' mit der Walze a' verbunden ist. Meine Leser sehen jetzt schon etwas deutlicher, dass durch den so fort gebildeten Stromweg, also vom $+$ Pol der Batterie in S zu Walze a , von hier zu dem leitenden Papier, von hier durch den Leitdraht, in Station S' zu Walze a' , von da zum $-$ Pol derselben Batterie zurück, eine Erregung statt finden kann. Es muss also in Station S' , wie meine Leser jetzt selbst begreifen werden, eine Vorrichtung sein, mittelst welcher eine Wirkung auf die Walze a' hervorgebracht werden kann.

Diese Vorrichtung besteht nun in der Station S' in einem Electromagneten, welcher ober der Walze a' angebracht ist. Auf der Walze a' selbst wird ein gewöhnliches Schreibpapier befestigt, welches dieselbe Grösse hat wie das in Station S auf der Walze a befestigte metallinische Papier. An dem Anker dieses Electromagneten aber in S' ist an der Spitze des Hebels ein Schreibstift angebracht, der hohl und mit einer capillaren Spitze versehen ist. In dieser Höhlung befindet sich die schreibende Substanz (Dinte oder eine andere färbende Materie) und wird durch das Anziehen des Ankers an das Papier gedrückt. Wird also in Station S der Stift auf das leitende Papier der Walze a gestellt, so ist natürlich die galvanische Batterie geschlossen; die Walzen fangen sich durch das ausgelöste Gewicht zu drehen und zu gleicher Zeit fortzuschieben an. Der Anker des Electromagneten, welcher angezogen bleibt so lange die Batterie geschlossen ist, wird also durch den Hebel in der Station S' mit dem mit Dinte gefüllten Schreibstifte an die Walze a' , somit an das Schreibpapier gedrückt, und fixirt dort die nämliche Schrift, wie sie der Schreiber der Depesche in Station S geschrieben. Es läuft der Stift in Station S über den ganzen Umfang der Walze a , und es bilden somit die durch die isolirende Schrift in S gebildeten unmetallinischen Stellen, dort in S' die Schriftgruppen mit dem Schreibstifte durch die in demselben sich befindliche Dinte, auf dem gewöhnlichen Papiere aufs Täuschendste nach. Der Apparat wird noch immer verbessert und dürfte sonach doch bald zur Vollkommenheit gelangen. Die Vortheile dieses Telegrafen möge sich nun jeder meiner Leser selbst auseinander setzen; ich enthalte mich jedes Urtheils.

II. Einiges über den Fortschritt unserer Telegrafie.

Meine Leser ersehen selbst aus dem, was bereits in dem vorliegenden Versuche eines Handbuches gesagt wurde, wie sich die Wissenschaft bis zum Schlusse des Jahres 1853, von Stufe zu Stufe der Vervollkommnung nähert, obwohl noch viel zu leisten und zu vervollkommen bleibt.

Wenn man den Luftdraht auch noch ersparen würde, und bloss durch die magnetische Kraft und die Leitungsfähigkeit der Erde correspondiren könnte, dann hätte die Telegrafie ihren Höhepunkt erreicht. Freilich werden meine Leser und so mancher in diesem Fache bewährte Mann sagen, diese Idee sei ein unausführbares Hirngespinnst, eine Träumerei ohne Ziel und Ende. Hierbei mögen jedoch meine Leser gefälligst bedenken, was man vor 200 Jahren gesagt hätte, wenn Männer aufgetreten wären und gesagt hätten, sie wären im Stande, die wichtigsten Naturkräfte mittelst Maschinen ihrem Willen unterzuordnen, und auf weite Entfernungen wie gegenwärtig, ein Band der Verständigung durch einen einzigen Draht zu schlingen, das der Schnelligkeit der persönlichen Correspondenz gleich kommt. Man würde sie ausgelacht oder vielleicht gar als Schwarzkünstler verbrannt haben. Der Verfasser will hierdurch nur andeuten, dass vielleicht das nächste Decennium schon staunenswerthe Verbesserungen bringen werde.

Herr Doctor von Baumgartner, unser jetziger Handelsminister, hat durch seine in diesem Werkchen angeführten Messungen des Erd-Widerstandes und deren Leitungsfähigkeit, und die auf diese Messung sich herausgestellten Resultate, schon ein weiteres Feld für das fortschreitende Studium in dieser Kunst eröffnet. Eben so Steinheil durch seine Anlegung von Erdplatten und den dadurch ersparten zweiten Leitdraht. Aber auch der Magnetismus der Erde kann einen Anhaltspunct für die Realisirung der obigen Idee bieten; freilich mag noch so manches Jahr ins Meer der Vergangenheit tauchen, aber dennoch behauptet der Verfasser, dass auch dieses Project möglich gemacht werden könne.

Auch die Idee mittelst Ausgleichungs-Strömen auf ein und demselben Drahte zu gleicher Zeit von zwei entgegengesetzten Stationen aus zu correspondiren, dürfte durch fortgesetztes Studium zu einem lohnenden Resultate führen. Herr Staats-Telegraphen-Director Gintl und Herr Dr. Starke als bewährte Männer in diesem Fache, gaben sich bereits alle erdenkliche Mühe, dieses anscheinend unausführbare Project zu realisiren, und ihren fortgesetzten Versuchen dürfte es doch gelingen, wenigstens auf kurze Strecken eine gleichzeitige Correspondenz einzuleiten. Hier wären auf jeden Fall Widerstands-Rollen gut in Anwendung zu bringen, die durch eine mechanische Vorrichtung vom fremden Strome selbst regulirt würden, und somit mit der nöthigen Kraft auf den Relais wirken, damit die Spannung der

Spiralfeder nicht immer durch menschliche Hand regulirt werden müsste.

Ebenso dürfte die Idee der Feld-Telegrafie mittelst fahrenden Telegrafen-Leitungen für die Erfinder lohnend werden. Vielen meiner Leser ist diese noch nicht bekannt; darum will ich hier Einiges über diese Gattung Telegrafie anführen.

Dieselbe besteht in Kriegszeiten darin, die verschiedenen Treffen mit dem Stande des commandirenden Generals so zu verbinden, dass das Abmühen der Adjutanten mit dem Hinterbringen der Befehle erspart würde; dass also die Befehle des Generals unmittelbar dem, auf einem Wagen in einem verschlossenen Raume mitfahrenden Beamten mitgetheilt würden, welcher die Apparate, die sich in eben diesem Raume auf einem Tischchen befinden, dann in Thätigkeit setzt, und durch die am Wagen befestigte Leitung, welche von kleinen Strecken zu Strecken auf Stangen mit Glas-Isolatoren, welche augenblicklich wieder zu beseitigen sind fortgeführt wird, mit dem betreffenden Flügel correspondirt und dessen Verrichtung eben so umgekehrt wieder an den Commandirenden zurücktelegrafirt.

Auch wäre der Verfasser der Ansicht, dass Drähte, die entweder in ungeschwefelte Gutta-Percha oder in Kautschuk gepresst, auf einer am Manipulationswagen sich abwickelnden grossen Rolle befänden, hier angezeigt wären; da hierbei das Aufstecken der Stützstangen erspart würde, und dieselben gleich auf der Erde liegen bleiben könnten, und eben so schnell wieder aufgerollt sind. Was das Beschädigen dieser Drähte anbelangen würde, so wäre hier nicht mehr Acht zu haben, als bei den in der Luft geführten, und es würde bei den blossen Drähten allenfalls das Erscheinen eines jähen Gewitters während der etwaigen Operirung mehr Gefahr als bei den in Gutta-Percha oder Kautschuk gepressten hervorrufen. Natürlich dürfte die Gutta-Percha nicht geschwefelt sein, damit sie ihre Elasticität und Weiche behält.

Jedenfalls ist die Erfindung eine sehr schöne, und verdient ihrer Originalität wegen schon Anerkennung für die Erfinder.

Jedenfalls würde dadurch viel gewonnen. Meine Leser sehen hieraus, dass die Quellen über Telegrafie noch lange nicht erschöpft sind, und noch ein reiches Lager von Schätzen durch das menschliche Wissen ausgebeutet werden muss, um sagen zu können, die Wissenschaft habe ihren höchsten Punct erreicht.

II. Von der Behandlung der Apparate und der Manipulation bei der Telegrafirung.

Die für den Telegrafen-Beamten wünschenswerthesten Eigenschaften sind: Gelassenheit und Ruhe, Kenntniss der Apparate und Einschaltungen, und die Sicherheit im Telegrafiren selbst.

Er darf nicht gleich den Muth sinken lassen oder aus der Fassung kommen, wenn die Correspondenz nicht so von Statten geht, wie sie eigentlich gehen sollte. Abgesehen davon, dass man mit neueren noch wenig eingeübten Beamten Geduld haben müsse, so ist nicht immer der Telegrafist an dem mangelhaften Erfolge schuld; es können

I. z. B. Gewittereinflüsse das Durchströmen der galvanischen Electricität bedeutend hindern.

II. Irgendwo Ableitungen oder Berührungen entweder mit einem zweiten Drahte oder mit der Erde, oder durch einen andern leitenden Körper herbeigeführt werden.

III. Kann auch der Fehler in irgend einem Telegraf-Bureau selbst liegen.

Alles dieses vereint oder einzeln betrachtet, ist genügend, um die Correspondenz zu erschweren, zu verzögern oder ganz unmöglich zu machen. Daher die Gelassenheit und Ruhe eine Haupteigenschaft ist.

Sollte die Correspondenz ganz gestört sein, woran nur natürlich die Unterbrechung der Linie schuld sein kann, so hat der dienstthuende Beamte die darüber eigens erlassenen Instructionen zu befolgen, die ich hier übergehe, weil dieselben dem Beamten ohnehin bekannt sein müssen.

Bei Ableitungen oder Berührungen gibt es allerlei Mittel, nämlich

- a) Verstärkte Batterien; oder
- b) das Abschliessen mit kurzer Linie, und
- c) das Uebertelegrafiren an die betreffende Station, zu welcher der Strom berührungshalber nicht gelangen kann, und zwar in so lange, als dieser Fehler anhält.

Bei Ableitungen gilt dasselbe Verhalten.

Ob es nicht im Locale selbst fehlt, sieht der Beamte an der eingeschalteten Busole, ob der Strom hinaus geht auf die Leitung oder nicht. Sollte keine Busole eingeschaltet sein, so braucht man nur den eigenen Strom durch den Relais selbst gehen zu lassen; geht der Relais, folglich auch der mit ihm verbundene Schreib-Apparat mit, so dass man mittelst des Tasters, wenn man spricht seine eigenen Zeichen lesen kann, so ist im Locale selbst kein Fehler. Am einfachsten wird diese Probe gemacht, wenn man beim Taster an die Klemme 2 das Ende eines Drahtes anhält, und zur Klemme 3 des Relais das andere Ende besagten Drahtes gibt. Da aber nicht alle Relais und alle Taster gleich gearbeitet sind, so wollen sich meine Leser Folgendes merken. Ein Ende des Probe-Drahtes kommt zu jener Klemme des Tasters, mit welcher das Mittelstück, somit die Axe des Tasters verbunden ist, während dem das zweite Ende dieses Probe-Drahtes in jene Klemme des Relais zu stehen kommt, in welcher das eine Ende des Multiplications-Drahtes geklemmt ist, und ge-

wöhnlich die Verbindung zum Taster zur Klemme 1 führt, welche mit dem Unterbrechungsstücke d' verbunden ist. Es ist nicht nothwendig, den schon früher eingeklemmten Verbindungsdraht auszuklemmen; sondern es genügt, dass man obbesagten Draht bloss an die beschriebenen Klemmen anhält. Geht der Apparat nicht mit, so fehlt es im Locale, und man muss sogleich nachsehen, ob nicht etwa der Multiplicationsdraht des Relais gerissen, oder ob der $+$ Pol der Linien-Batterie im Taster in jene Klemme die zum Ambos g' führt richtig eingeklemmt, oder ob es bei der Klemme 4, 5, also Doppel-Klemme des Relais, in welche der Zinkpol und die Leitung geklemmt ist, nicht fehlt; ferner wenn es dort nicht fehlt, ob nicht etwa eine Schraube der Batterien selbst nachgegangen und dadurch ein Draht herausgeschlüpft, oder vielleicht gar abgebrochen sei, und findet sich auch dort nichts, ob nicht unter dem Apparat-Tische oder sonst irgendwo im Locale ein kurzer Schluss ist (Berührung), wodurch der Strom verhindert wird in den Apparat zu gehen. Unter diesen Fällen muss sich der Fehler finden, der dann zu beseitigen ist. Ferner hat man überdiess

I. beim Taster Folgendes zu bemerken.

Derselbe muss sehr gut federn, damit er im Ruhezustande des Apparates die Leitung geschlossen erhält, oder populärer gesagt, die Schraube $S d$ des Hebels muss auf dem Unterbrechungs-Stücke d' fest aufsitzen, und somit den Ansatz g des Hebels unten, von dem Ambose g' entfernt halten.

Eben so müssen alle Verbindungs-Stellen rein gehalten werden von allem Schmutz oder Fett, damit dem Strome kein Hinderniss entgegengesetzt werde. Diese Stellen sind beim Taster folgende:

1) die Schraubenspitze d des Tasterhebels und das Unterbrechungsstück d' auf welches dieser Hebel aufsitzt, dann 2) die Spitze des Ansatzes g , welche auf den Ambos g' des Tasters der ebenfalls vom Schmutze rein sein muss, bei Schliessung des Tasters, wenn man also selbst Strom entsendet, zu stehen kommt.

Wenn der Funke der bei Schliessung des Tasters von g auf g' überspringt, röthlich statt bläulich sich zeigt, so ist diess ein Zeichen, dass diese beiden Punkte nicht rein, oder dass sich in den Linien-Batterien viel Staub und Unreinigkeit befindet, daher der Fehler durch Reinigen zu beseitigen ist. Endlich müssen alle Schrauben des Tasters, so wie jedes Apparates, in welchem sich Drähte befinden, immer fest angezogen sein.

II. Beim Relais gilt Folgendes:

Derselbe ist, so lange man die Stromstärke des fremden Stromes nicht genügend kennt, immer auf die feinere Stellung zu spannen, weil sonst bei schwachen Strömen derselbe nicht afficirt wird, und daher oft, obwohl keine Unterbrechung, aber

doch stundenlanges vergebenes Rufen zur Folge hat, wodurch Verspätungen eintreten, daher man auch gerne, wenn sich lange Zeit Niemand meldet, die Stationen aufzurufen pflegt.

Auch hier müssen alle Schrauben wohl angezogen und jeder Schmutz wohl beseitigt sein, da eigentlich der Relais die Seele des Schreibapparates ist, ohne welche also derselbe eine todte Maschine und mithin auch keine Verständigung möglich ist.

Daher hat man auf diesen Apparat besonders Acht zu geben und besonders Folgendes zu bemerken:

a) dass die obere Schraubenspitze der Regulierungsschraube k unten gehörig isolirt sei, oder wenn am Hebel selbst ein Elfenbeinplättchen an der Berührungsstelle mit dieser Schraubenspitze ist, dass dasselbe stets rein sei und sich kein Oxyd ansammelt;

b) dass die untere Schraubenspitze der Regulierungsschraube l , an welche der Hebel H , H' beim Anziehungsacte anschlägt, und dadurch die Localbatterie schliesst, ebenfalls rein sei; und der Funke der hier überspringt, bläulich statt roth sich zeige, da sonst ein röthlicher Funke Beweis von Oxyd oder von Schmutz der Localbatterie ist;

c) dass die Spiralfeder f nicht zu stark ausgedehnt werde, weil sie sonst ihre Empfindlichkeit und Elasticität verliert, und bei schwächerer Spannung den Anker vom Electromagneten nicht mehr abzureissen vermag, endlich

d) dass der Multiplicationsdraht beim Abstauben nicht beschädigt oder zerrissen werde.

Sollte ein starker Strom eine so starke Spannung der Spiralfeder f bedingen, dass dieselbe sichtbar ausgedehnt werden müsste: so darf man nur die untere Limitierungsschraube l weiter hinaufschrauben, und dafür die obere k um so viel lüften, so entfernt sich der Anker vom Electromagneten, und macht die starke Spannung dieser Feder unnöthig, da der Strom durch die weitere Entfernung des Ankers auch verhältnissmässig schwächer wirkt.

III. Beim Schreib-Apparate hat man zu merken:

a) dass die Druckschrauben C , in deren Höhlung die Axen n n' des Hebels H , H' sich bewegen, nicht zu fest angezogen sind, da sonst die Localbatterie den Apparat nicht schliessen, mithin auch den Schreibstift an den durch die beiden Rollen 4 und 5 fortziehenden Papierstreifen nicht andrücken, und daher keine Zeichen hervorbringen kann;

b) dass der Schreibstift selbst genau in die Rinne der Walze passt;

c) dass das von der Messingrolle sich abwickelnde Papier nicht zu fest an die Rolle selbst gepresst, oder dass die Rolle sehr leicht sich dreht um ihre Axe, da sonst die Zeichen zu nahe aneinander kommen und nicht lesbar sind;

d) dass beim Aufziehen des Gewichtes langsam zu Werke gegangen wird, um das Reißen der Kette zu verhindern;

e) dass die Spiralfeder f , welche durch die hintere Schraube 3 am Ständer S den Hebelarm l in seiner erforderlichen Spannung erhält, ebenfalls nicht zu stark angespannt ist, da sonst die Punkte alle ausbleiben, oder der Hebel gar nicht angezogen werden kann. Ebenso darf sie nicht zu wenig gespannt sein, weil sonst der Anker bei Unterbrechung des Stromes nicht vom Electromagneten abgerissen werden kann;

f) dass der Anker beim Anziehungsacte nicht auf die Eisenkerne des Electromagneten selbst aufschlägt, sondern die hintere Spitze H' des Hebels auf die sogenannte Hubschraube 1 des Ständers S zu liegen kommt, endlich

g) dass die Zapfenlager der Räder und des Windflügels von Zeit zu Zeit mit feinem weissen Uhrmacheröle mittelst eines feinen Pinselchens bestrichen werden, um die Reibung des Apparates so viel als möglich zu beseitigen.

IV. Bei Translatoren ist Folgendes zu merken:

a) Jede Schraube muss auch hier gut angezogen sein. Ausserdem sind so wie beim Relais, ausser den untern Contactpuncten auch die obern Contactpuncte, an welche der Hebel im Ruhezustande des Apparates anliegt, von allem Schmutz und Fett rein zu erhalten.

b) Die Spiralfedern müssen in der gehörigen Spannung zu erhalten gesucht werden; daher man, wenn gerade der Strom auffallend stärker sein sollte als gewöhnlich, lieber ein kleines Gewichtchen anhängt, als dass man die Feder durch Spannen zu viel ausdehnt. Dasselbe gilt auch bei auffallend schwächern Strömen, wenn man gerade nicht beim Apparate sitzt, und die Feder so schwach gespannt ist, dass der Hebel angezogen werden, mithin die Batterie an die betreffende Station den Strom entsenden kann.

Hängt das Gewichtchen daran, so kann wohl durch den schwachen Strom der Translatorhebel nicht angezogen werden, dafür hört man aber am Relais, welche Station ruft, und welche gerufen wird; worauf man immer das Gewichtchen abnehmen, und so lange die Correspondenz währt, den Gang des Translators beobachten kann.

Auch kann man der betreffenden Station entweder die Stärke oder Schwäche ihres Stromes zu wissen machen, und dieselbe auffordern, mehr oder weniger Batterien zu nehmen, wenn anders nicht die Leitung die Schuld trägt.

Es wird bis jetzt noch immer debattirt über die Translato- ren. Einige sagen, es seien die Relais-Translatorn besser, Andere sind der Meinung, es taugen die Schreibapparats-Translatorn besser zu dem Uebertragungsprincipe. Ich sage aber, obwohl es besser wäre, man würde dieses Apparats ganz entbehren können (was aber bis jetzt noch nicht der Fall ist), dass jeder

der genannten Apparate seine Schuldigkeit thut, wenn nur der dieselben überwachende Beamte die Construction, den Zweck derselben und deren Behandlung beim Manipuliren versteht. Jedoch sind Relais-Translatorn leichter zu handhaben als Schreibapparat-Translatorn, da dieselben drei Relais zum Richten haben, währenddem beim Relais-Translator nur der eine Localrelais gerichtet werden darf, da man die Spannung der Translatorfeder immer gleichförmig erhalten kann, was bei den Schreibtranslatorn schon etwas schwerer ist. Will man nicht gerade auf den Hebeln selbst spielen, so kann man auch zwei oder einen Taster allein anwenden. Man kann den Taster selbst in die Linie einschalten, oder auch bloss eine kleine Batterie zum Schliessen der Translatorn anwenden. Jedoch ist Ersteres dem Zwecke entsprechender; auf Linien, wo viele Translatorn aufgestellt sind, wie diess z. B. auf der Nord- und Westlinie in Wien der Fall ist, wo sammt dem Wiener Translator oft 3 bis 4 Translatorn arbeiten, da heisst es dann stets langsam spielen, die Punkte bedeutender und nochmals so lang als gewöhnlich machen. Eben so ist natürlich das Verhältniss der Striche zu beachten. Ein forcirtes Telegrafiren ist der Schnelligkeit der Beförderung viel nachtheiliger als ein langsames reguläres tactmässiges Spiel. Werden die Punkte zu schnell oder mit zu wenig Contact gegeben, so kann der Translator, wenn er nicht ganz genau auf der betreffenden Station überwacht wird, dieselben nicht wiedergeben, und man hat in die Luft gespielt, daher durch das öftere Nichtverstandengeben die Depesche mehr verzögert wird, als durch ein langsames deutliches Spiel. In der Regel soll das Spiel so sein, dass man sowohl am Taster als in der andern Station am Relais die Worte deutlich nach dem Gehöre mitlesen kann. Daher ist auch ein Hauptaugenmerk vorzüglich bei Anfängern auf die ruhig sitzende Haltung und auf die sichere Handbewegung zu richten. Die Hand muss ganz allein arbeiten, ohne den Oberarm bewegen zu dürfen; denn arbeitet der Arm auch zugleich mit, so entstehen durch die Schwere desselben Krampf und frühere Schlaffheit der Hand, und wenn der Taster bei einem solchen schwerfälligen Spiel nicht sehr gut ist und starke Federkraft hat, so erscheinen auf der andern Station unlesbare verschwommene Zeichen, durch welche die Correspondenz erschwert und aufgehalten wird. Eben so ist das schnelle Aufreissen beim Oeffnen der Kette zu vermeiden. Durch Letzteres gehen die Punkte verloren, und das Spiel wird selbst dem Gehörorgane zuwider, klingt hüpfend und ist sehr schwer zu lesen, daher eine Hauptsache beim Telegrafiren, der Tact und die gehörige Pausirung beim Trennen der einzelnen Buchstaben, Worte und Sätze ist. Dieses muss sich der Telegrafist auf's beste aneignen suchen, um eine schöne gleichweite Gruppierung sowohl der einzelnen Zeichen und Buchstaben, als auch der Worte selbst

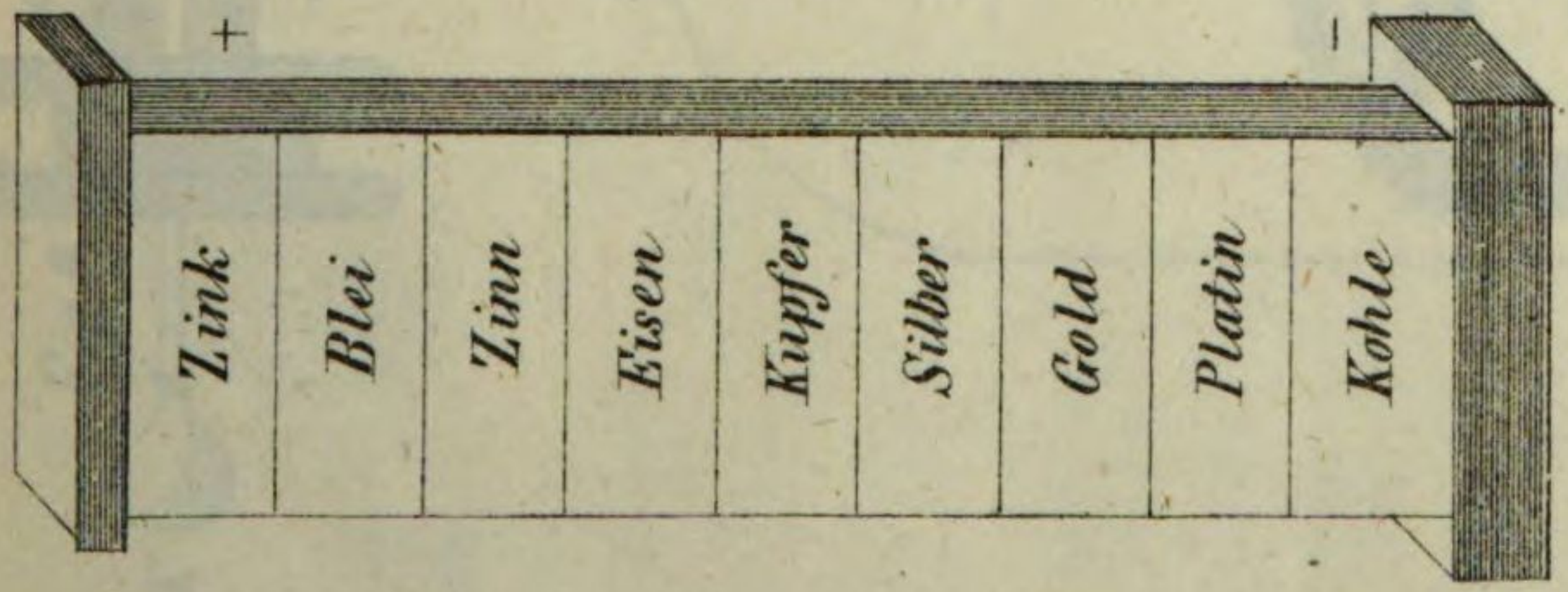
hervorzubringen. Da die Zeichen des Morsé-Telegraphen bloss aus Puncten und Strichen bestehen, so ist es um so nöthiger, das gehörige Zeitmass sich hierbei anzugewöhnen; da sonst durch den Zusammenfluss zweier oder mehrerer Zeichen oder Buchstaben Unverständlichkeit in der Correspondenz eintritt und grosser Zeitaufwand erfordert wird. Ebenso muss er alle Einschaltungen gut im Gedächtnisse haben, um im Falle eines eintretenden Hindernisses in der Correspondenz, demselben sogleich abhelfen zu können; daher Kenntniss der Combination der Apparate und der Verbindung der verschiedenen Drähte untereinander, von grösster Wichtigkeit ist. Wenn der Beamte bloss ein Schreib-Automat ist, dann hat die Wissenschaft und der Dienst mit ihm wenig gewonnen; er wird bei jedem kleinen Hindernisse oder jeder unerwarteten oder seltenen Erscheinung gleich ausser Fassung kommen, den Muth verlieren und dem Dienste nur hindernd in den Weg treten, währenddem derjenige, welcher tiefere Kenntniss der Apparate und wissenschaftliches Studium der Telegrafie besitzt, mit Besonnenheit seine Apparate, seine Batterien und die verschiedenen Drähte und Wechsel sorgfältig untersuchen wird, auf den Fehler kommen muss, und ihn dann nach seinem Erachten zu beseitigen im Stande sein wird. Der Dienst wird sodann durch ihn nicht gefährdet werden, und die Correspondenz ihren gehörigen Gang wieder fortgehen. Das Alphabet, welches eigentlich keiner fixen Norm unterliegt, und daher nach Belieben von Einem hohen Handelsministerium geändert werden kann, finden meine verehrten Leser, die sich diesem schönen Fache widmen wollen, ohnehin in jedem Telegraphen-Bureau, und es erscheint überflüssig, dasselbe hier anzuführen.



Druckfehler-Verbesserung.

Seite	Zeile	statt:	lies:
11	33	nach die Seele	noch die Seele.
15	38	die Zinkpole <i>e</i> und die Kupferpole <i>f</i>	der Zinkpol <i>e</i> und der Kupferpol <i>f</i> .
15	40	Kopf <i>f</i>	Kupfer <i>f</i> .
16	19	aber nun	aber nur.
15	4	wo am Electrolyt	wo der Strom am Elektrolyt.
21	36	Tragapparat	Trogapparat.
22	10	mit dem $\square$ in der Entfernung	mit dem $\square$ der Entfernung stehe.
22	43	Instrument	Rheometer.
35	15	$r = \frac{s'l}{s = s'}$	$r = \frac{s'l}{s - s'}$
51	13	Strömungen	Störungen.
53	18	weil derselbe vom Strom	weil denselben der Strom.
63	24	Glockeniso-Jatoren	Glocken-Isolatoren.
63	45	abgerundet	abgerindet.
74	17	und auch die Umhüllung	wodurch die Umhüllung.
74	22	ungepressten	umpressten.
77	2	dass man auf	dass, wenn man auf
77	9	Mam gibt	Man gibt
91	40	der <i>O</i> der <i>S</i> ⁰ ₄	der <i>O</i> der <i>S</i> ⁰ ₅ .
92	37	durchgingen	durchging.
93	16	<i>H</i> Verdünnung	Wasser-Verdünnung.
106	29	entgegenströmen	entgegenstemmen.
112	23	Auch wendete man	Auch hatte man.
112	24	desselben	derselben.
112	26	und sich	die sich.
129	37	aus Seide Schichte	aus Seide bestehenden Schichte.
130	23	Erdstation	Endstation.
131	9	wodurch	wo durch.

Fig 1.



^a Fig. 2.

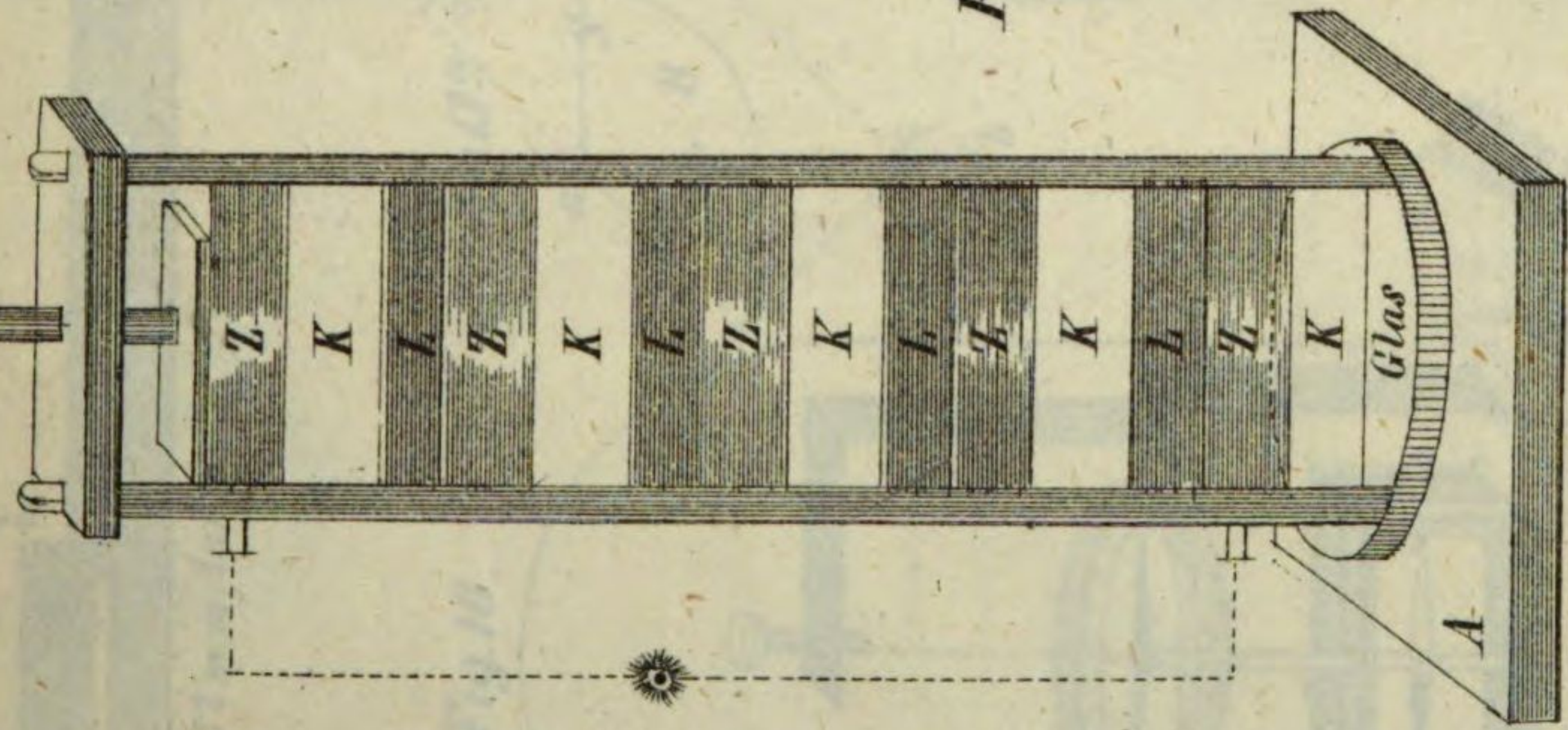


Fig. 6.

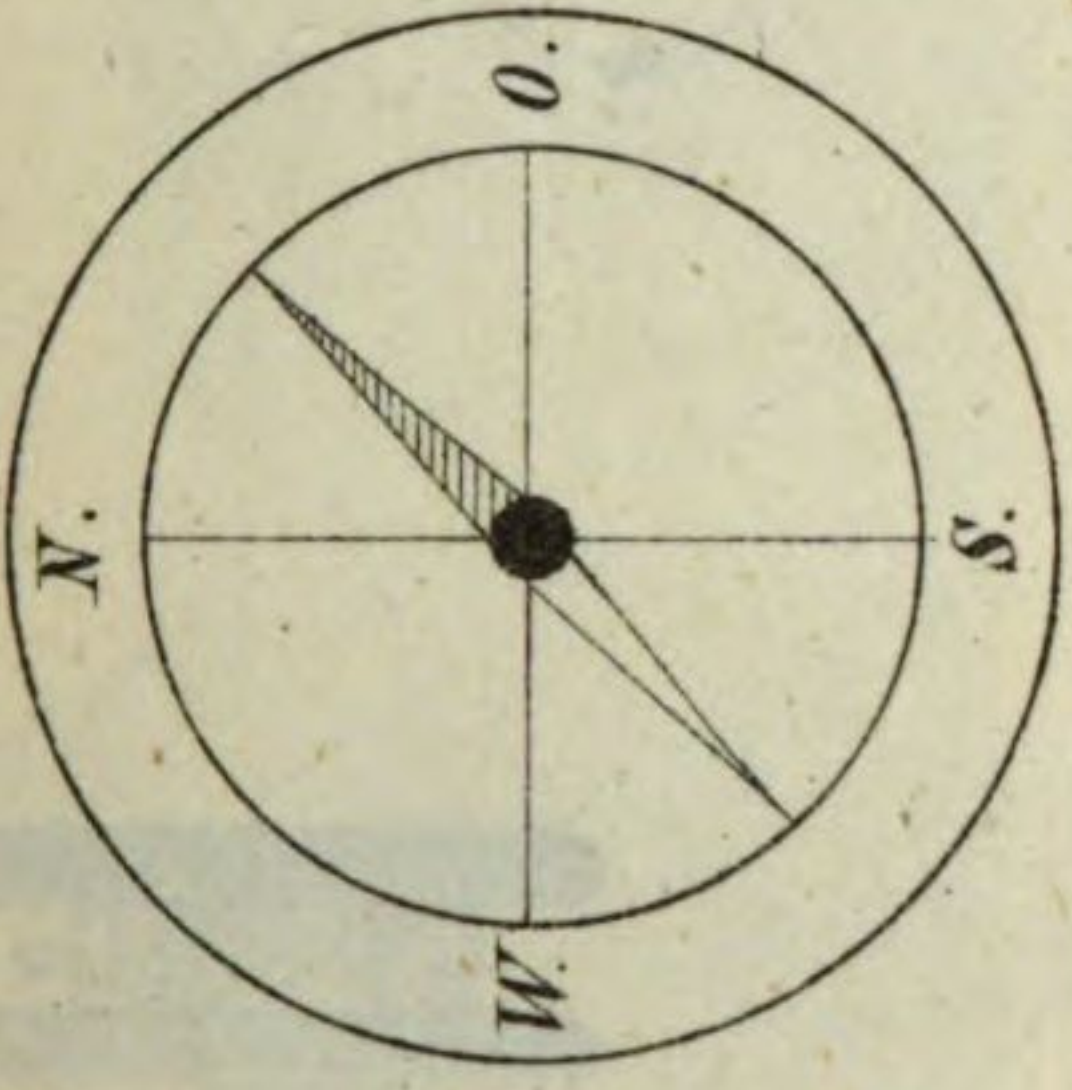


Fig. 8.

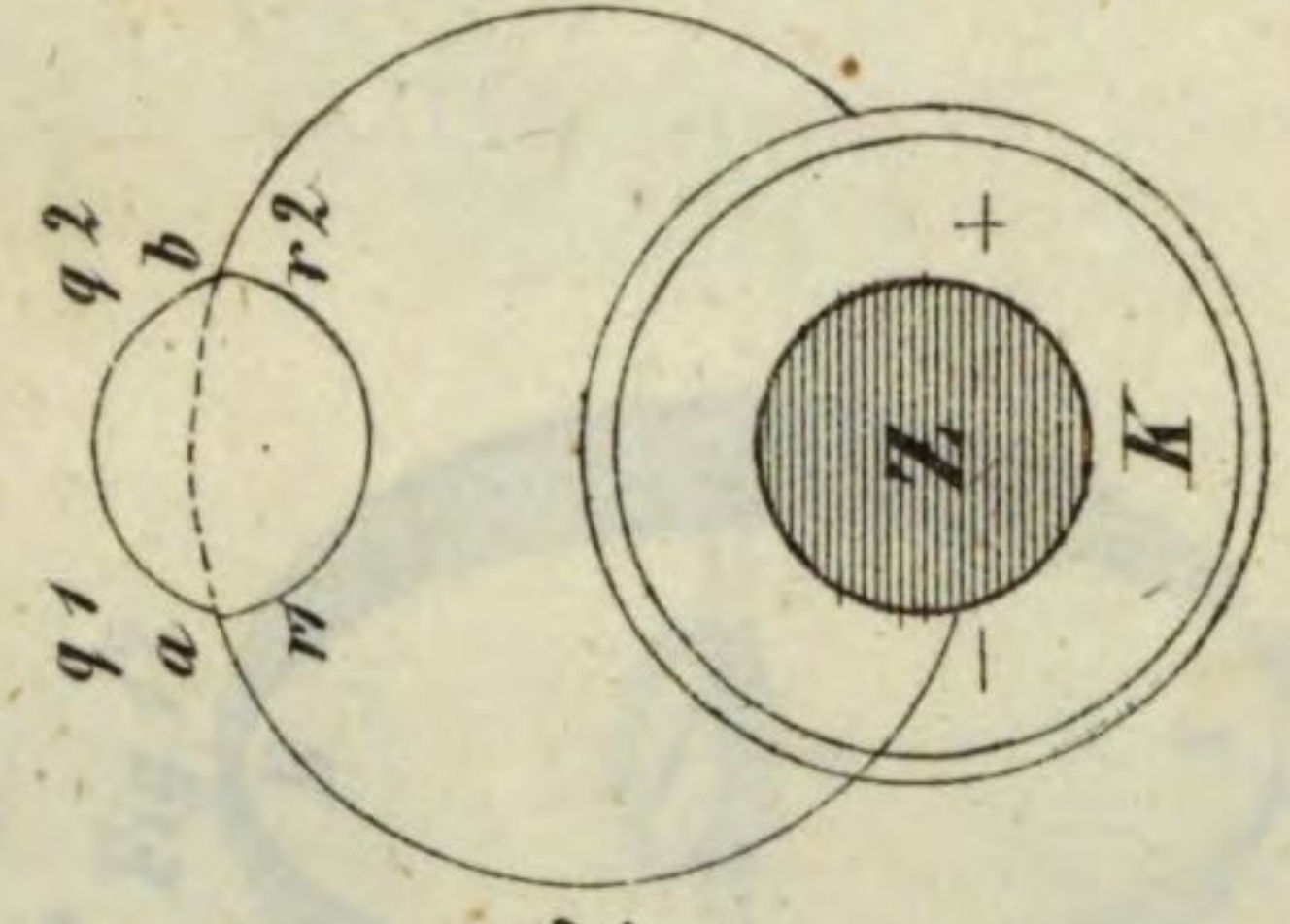


Fig. 7.

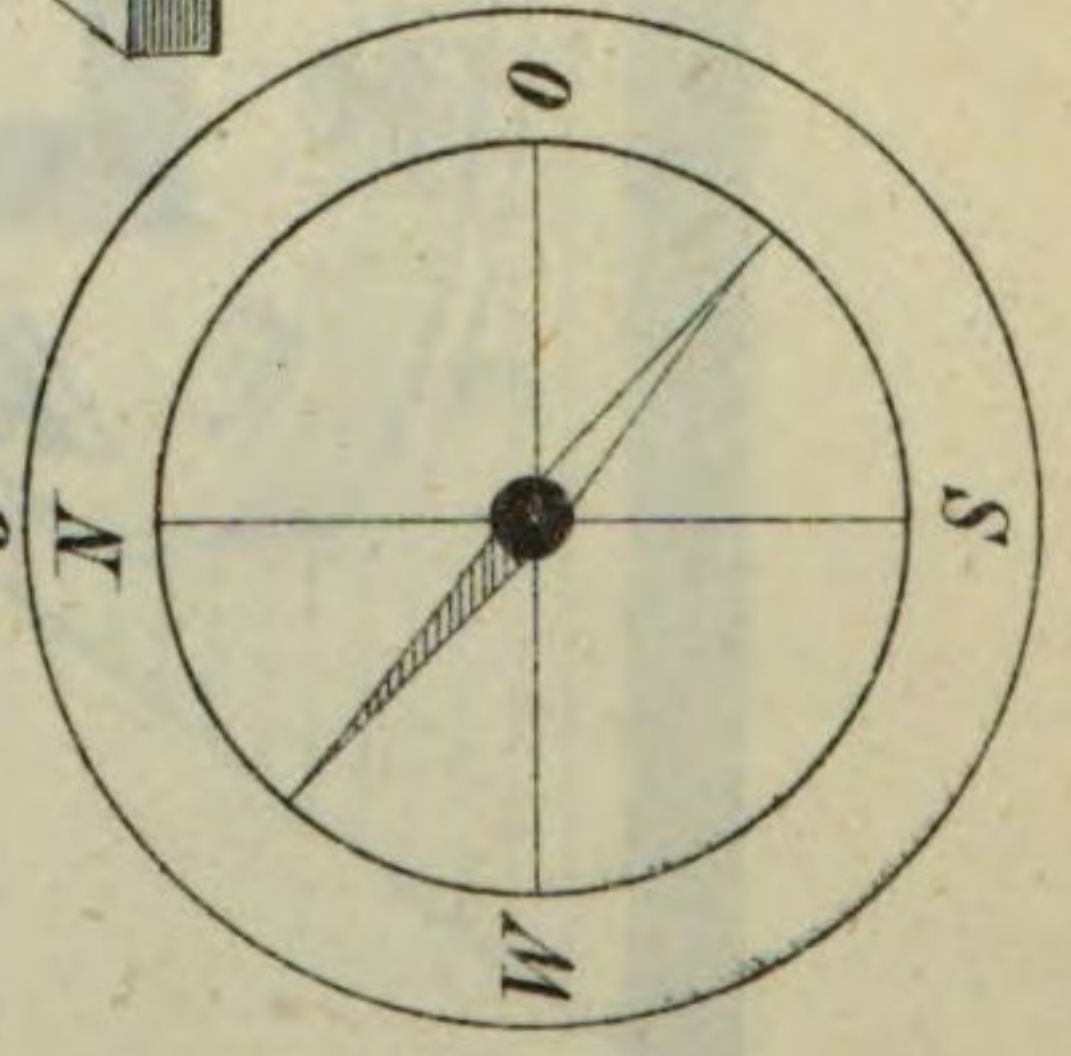


Fig. 5.



Fig. 3.

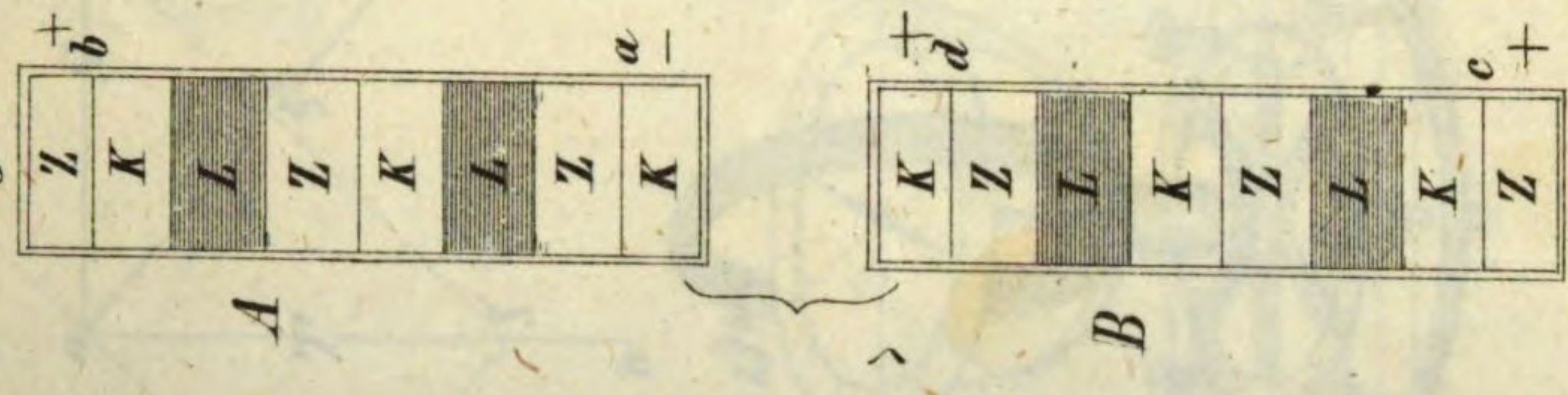
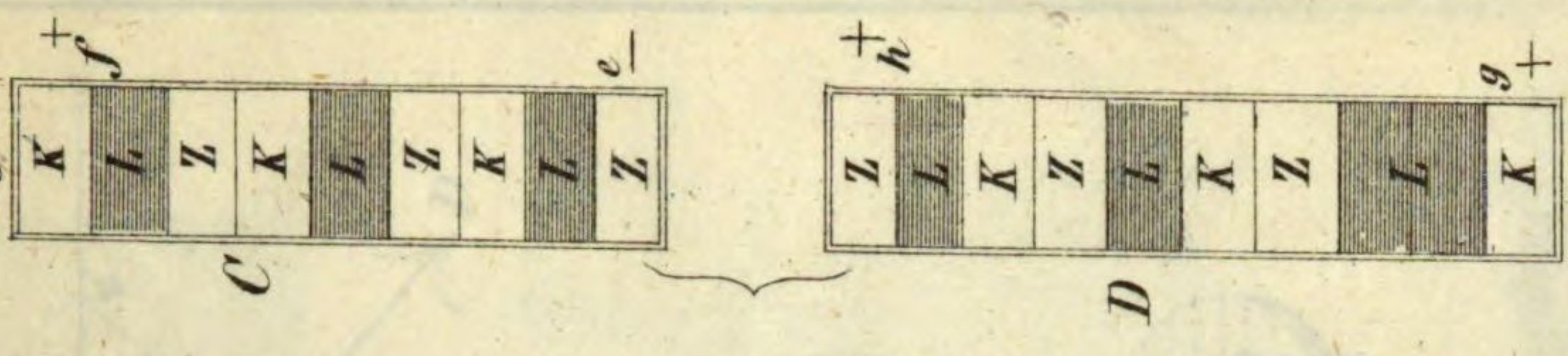
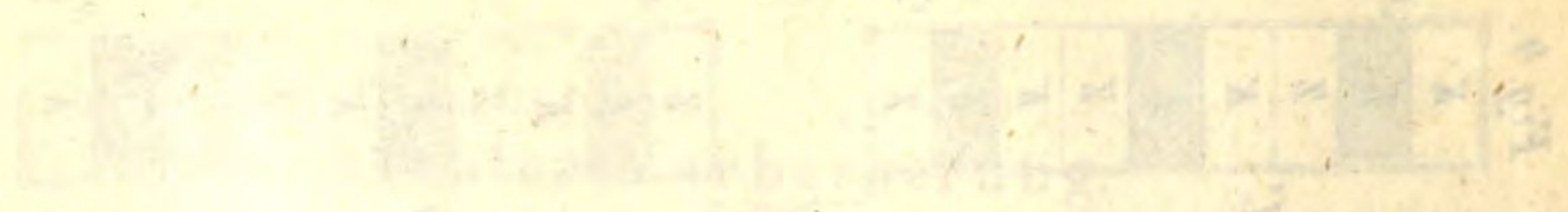


Fig. 4.

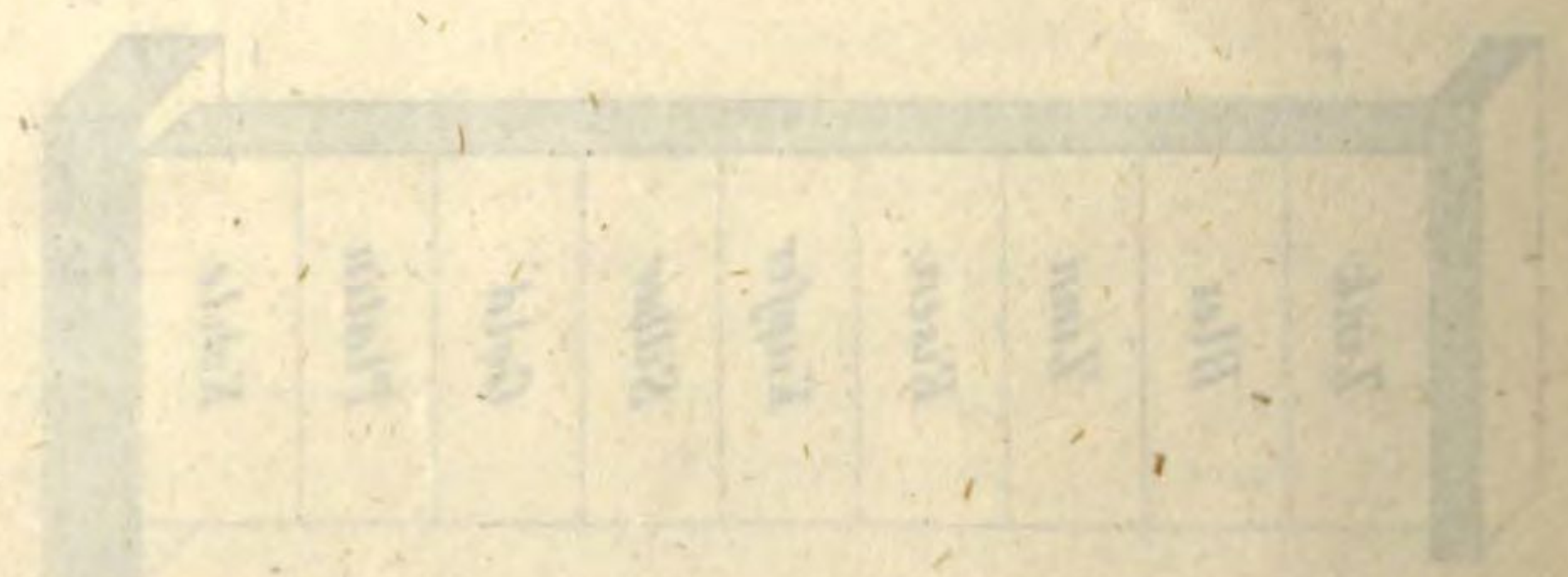
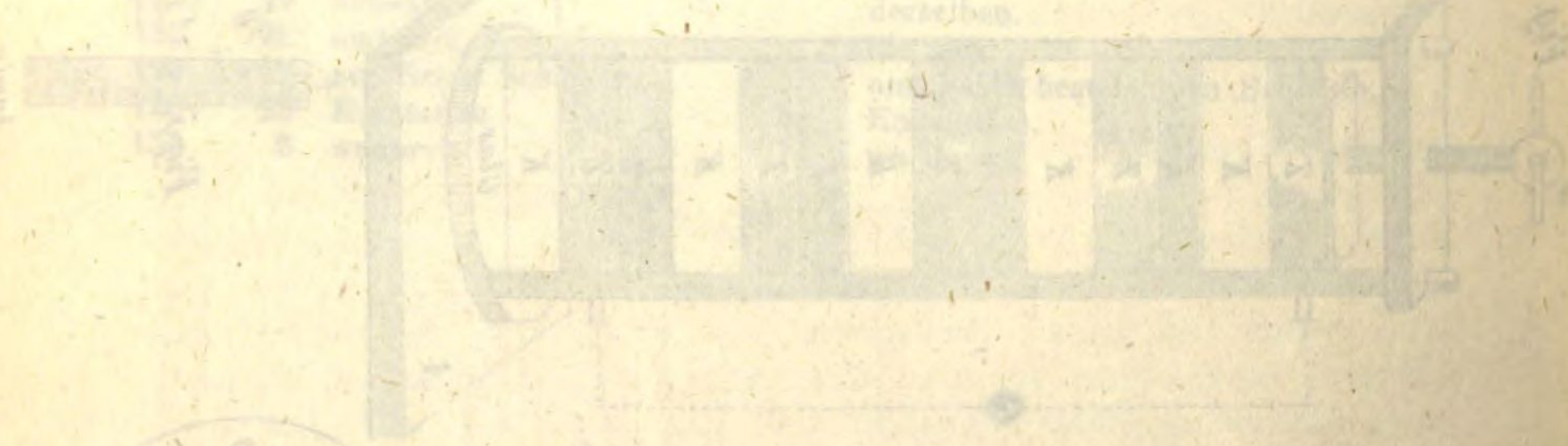




der Strom am Elektrolyt
 Test-Verat.
 mit dem () der Entfernung steht
 Rheometer.



Störungen
 von derselben der Strom
 sich zu erklären.
 Es gründet
 wodurch die Umhüllung
 umgeben.
 Mit wenn man, der
 Man gibt
 der Q der S.
 Jureliging.
 Wasser-Verdünnung.
 entgegenstehen.
 Auch hatte man
 derselben.



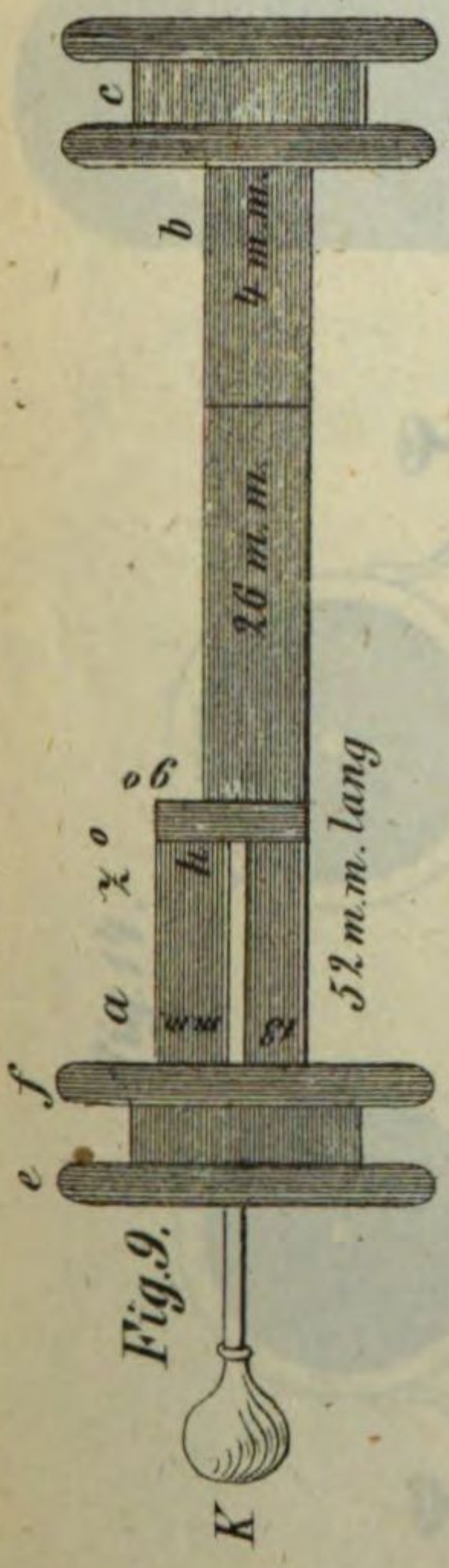


Fig. 10.

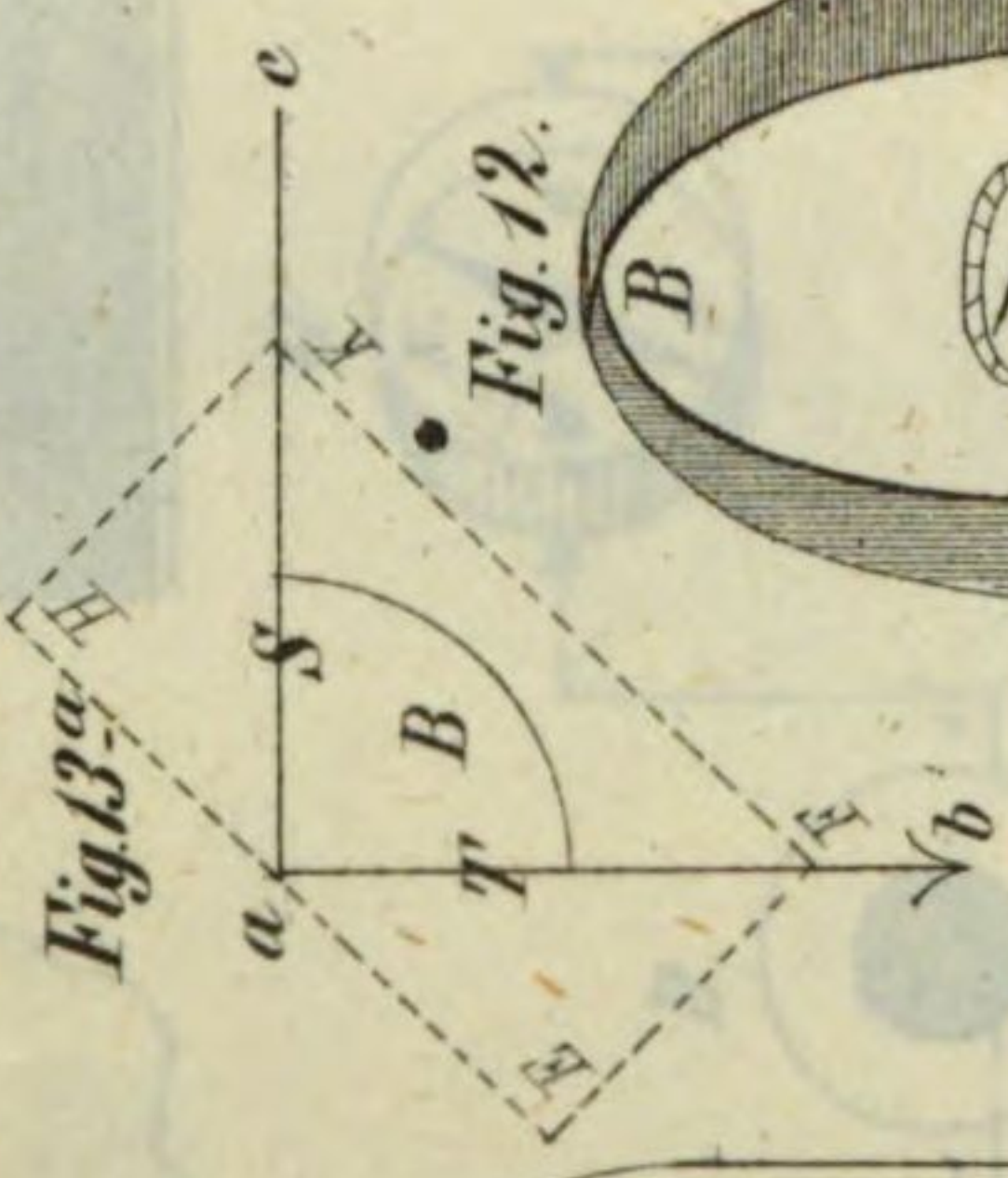
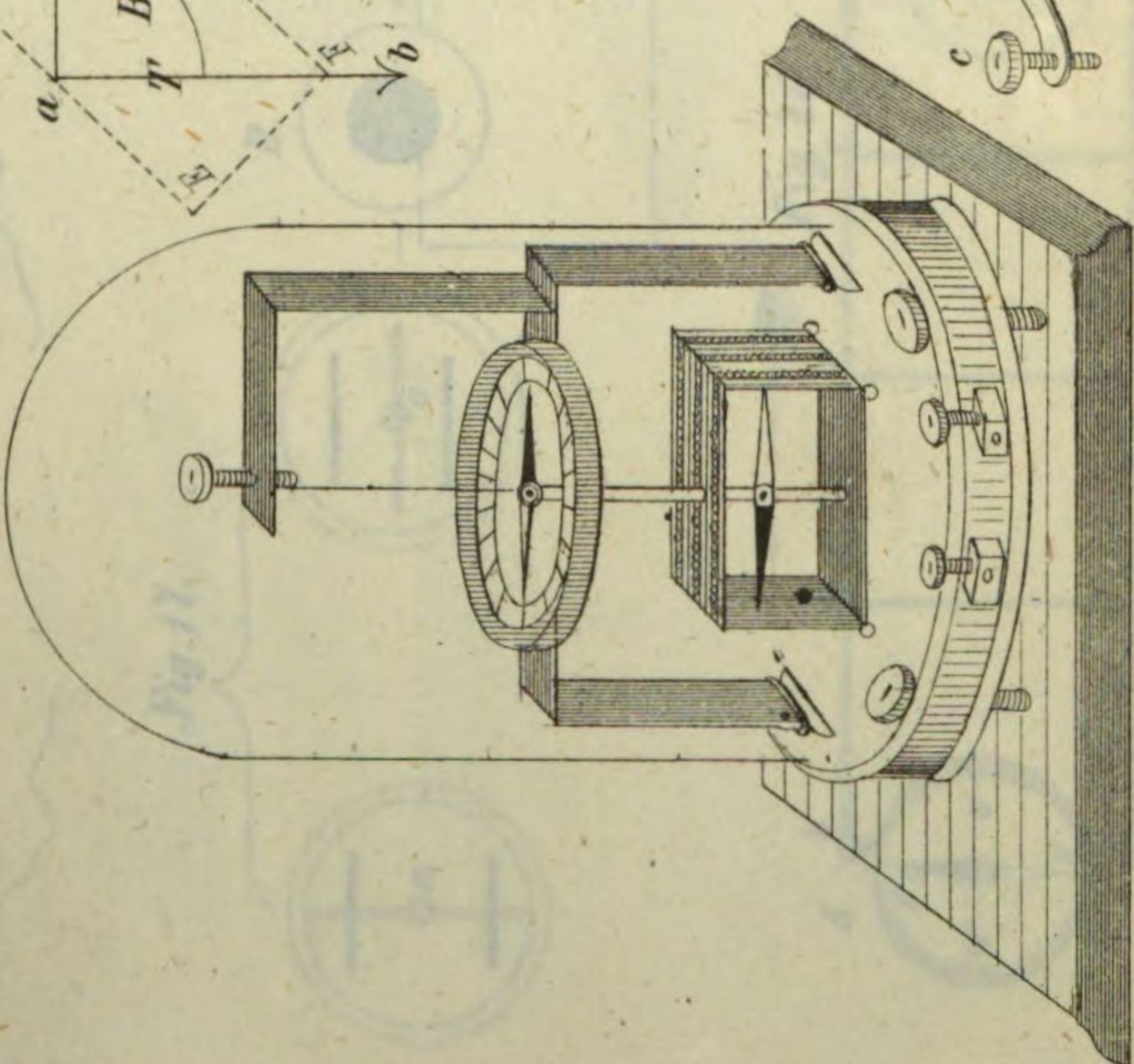


Fig. 13.

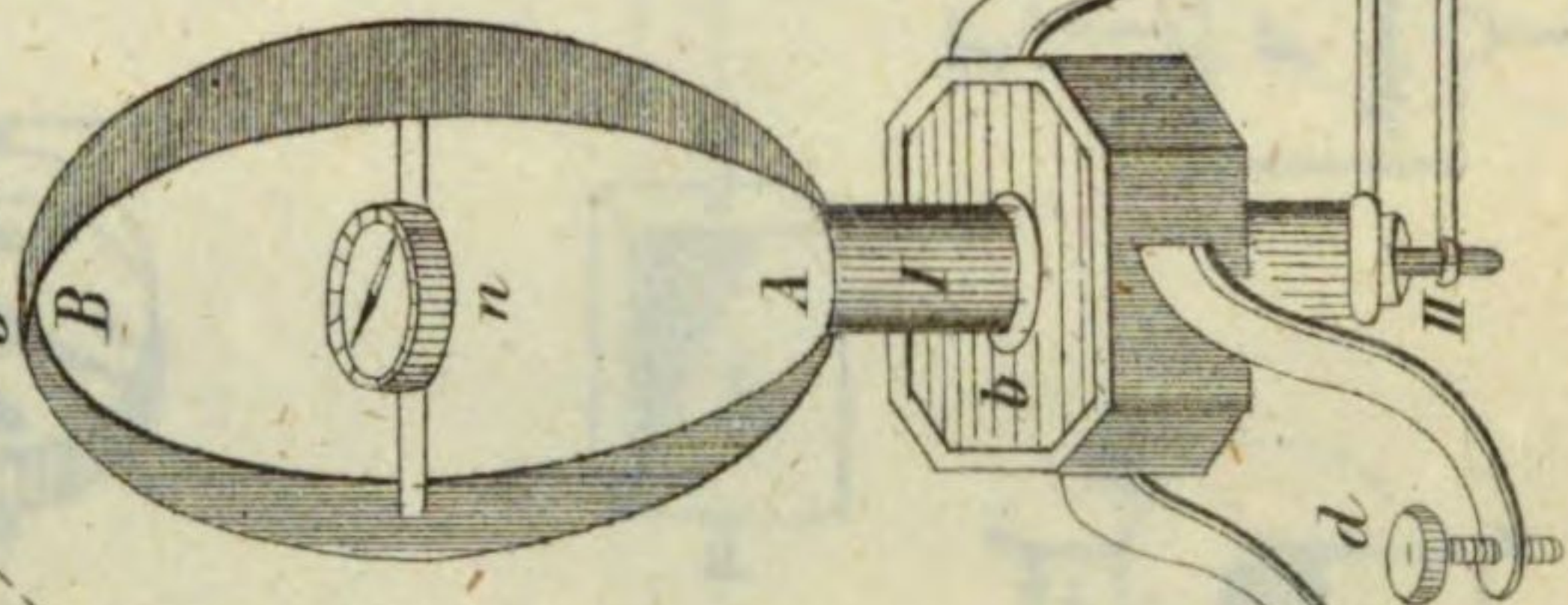


Fig. 13b.

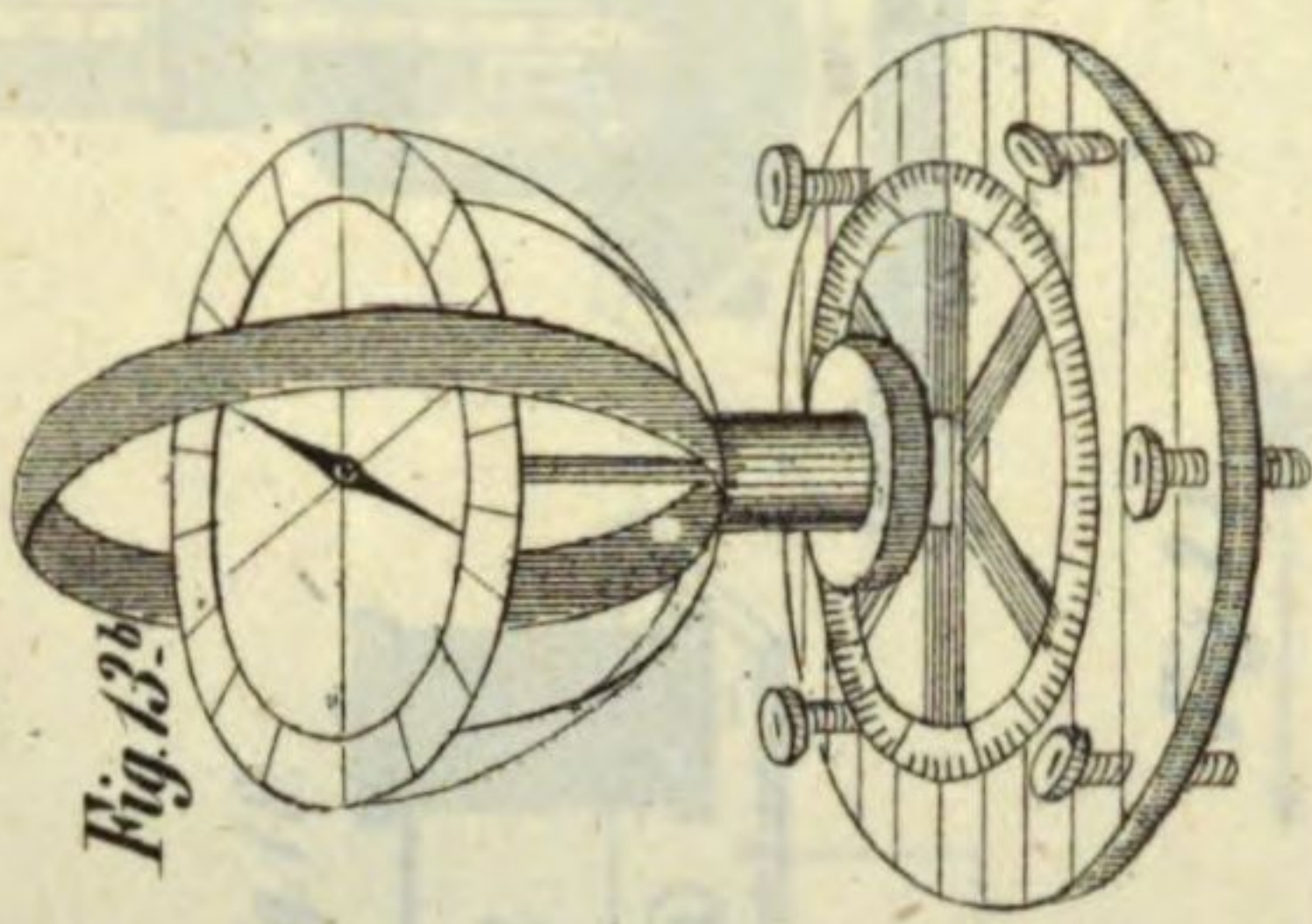


Fig. 11.

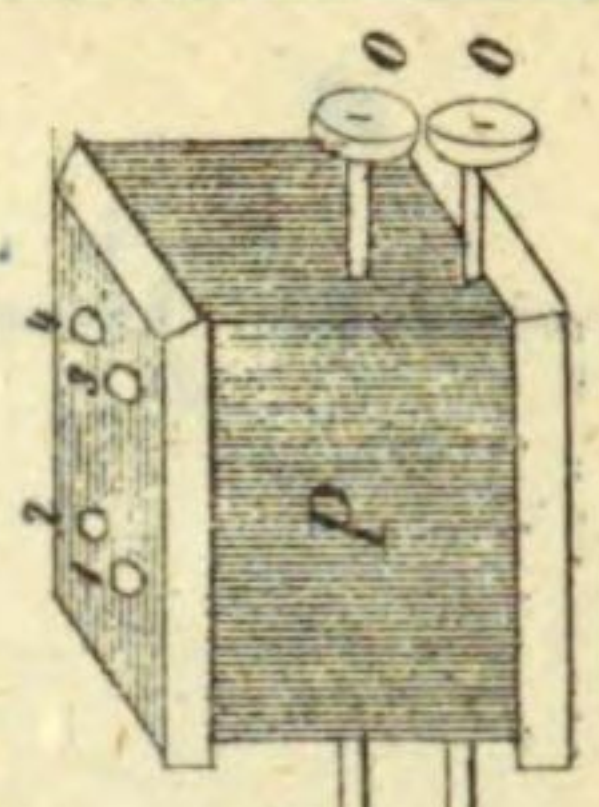
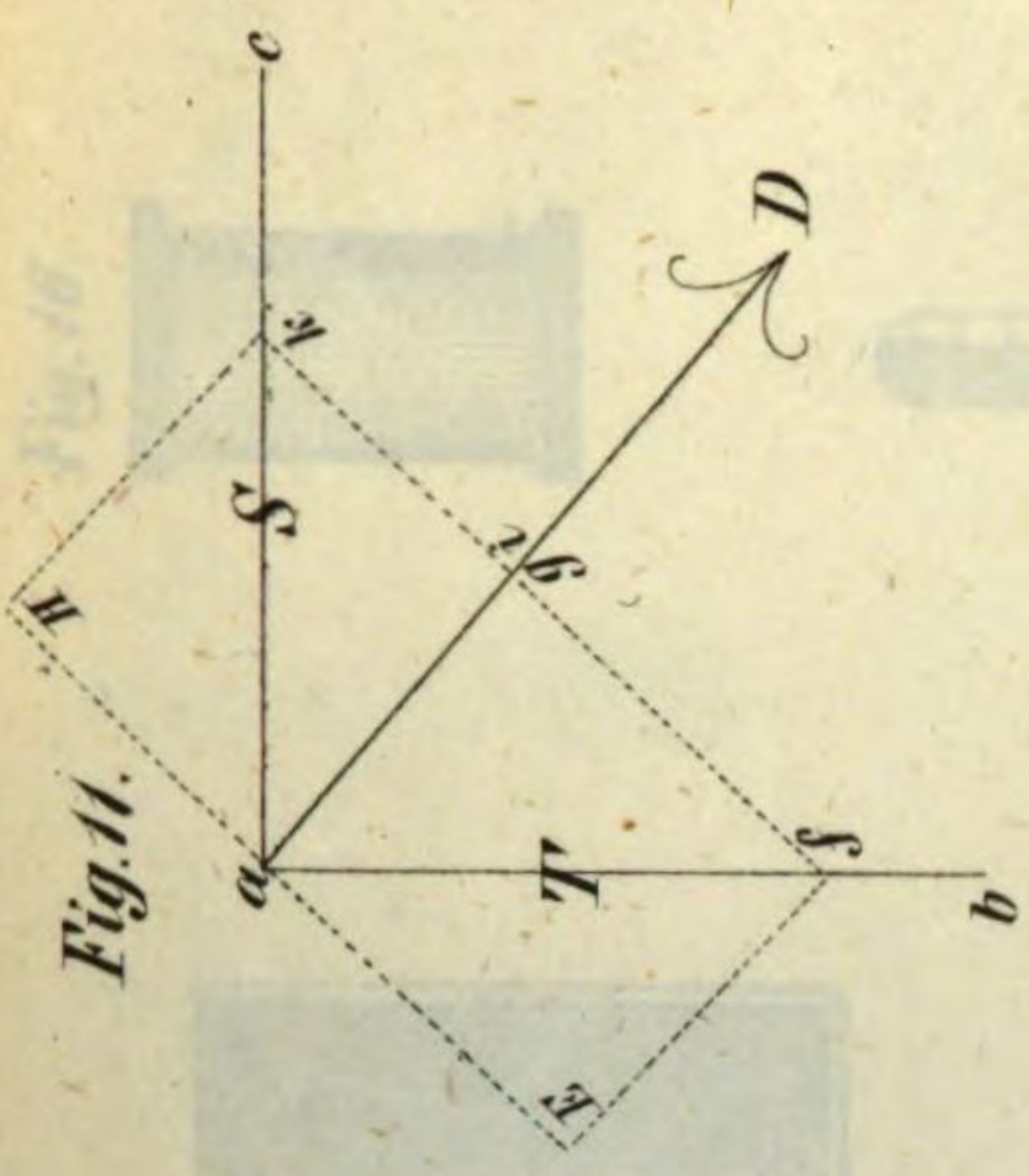


Fig. 14.

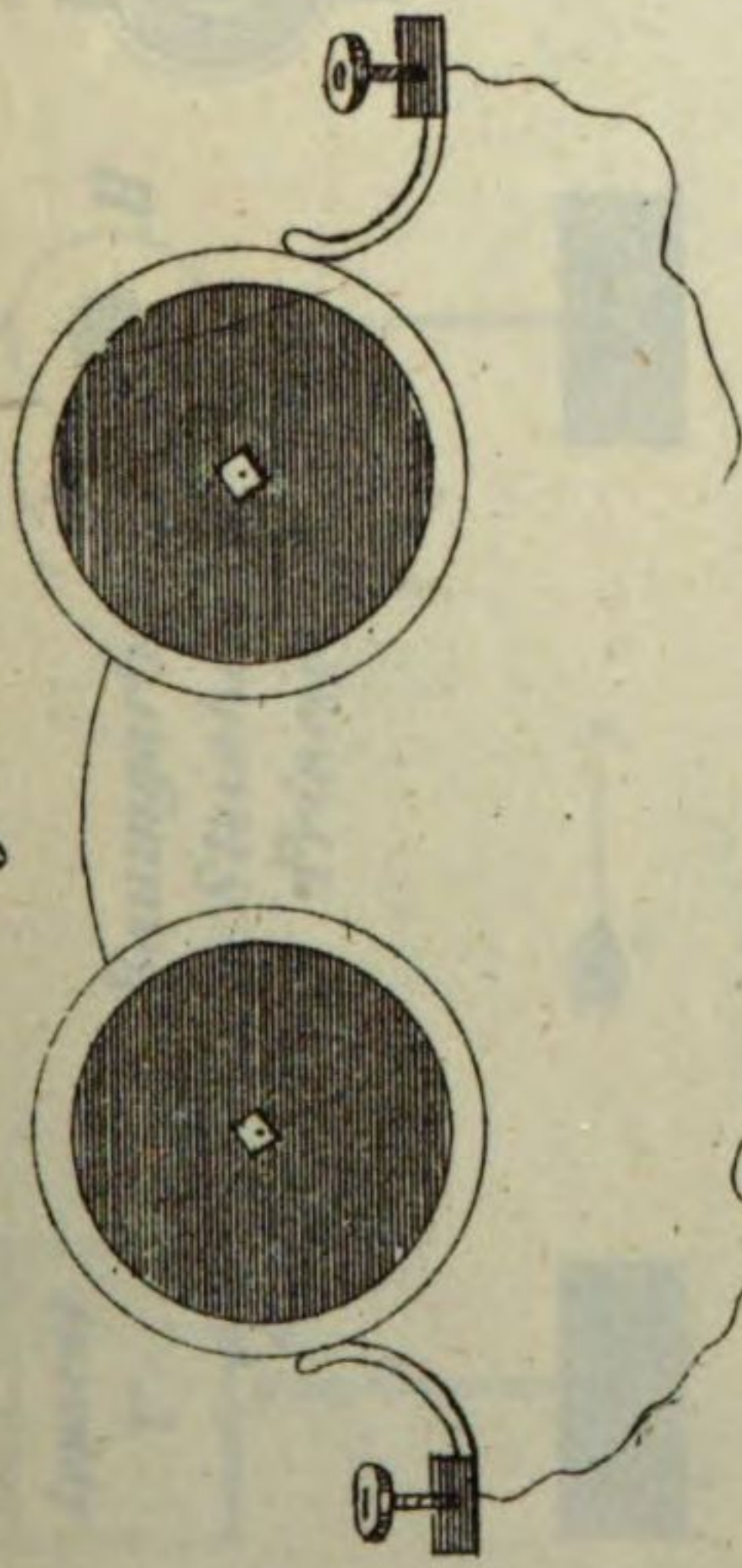


Fig. 15.

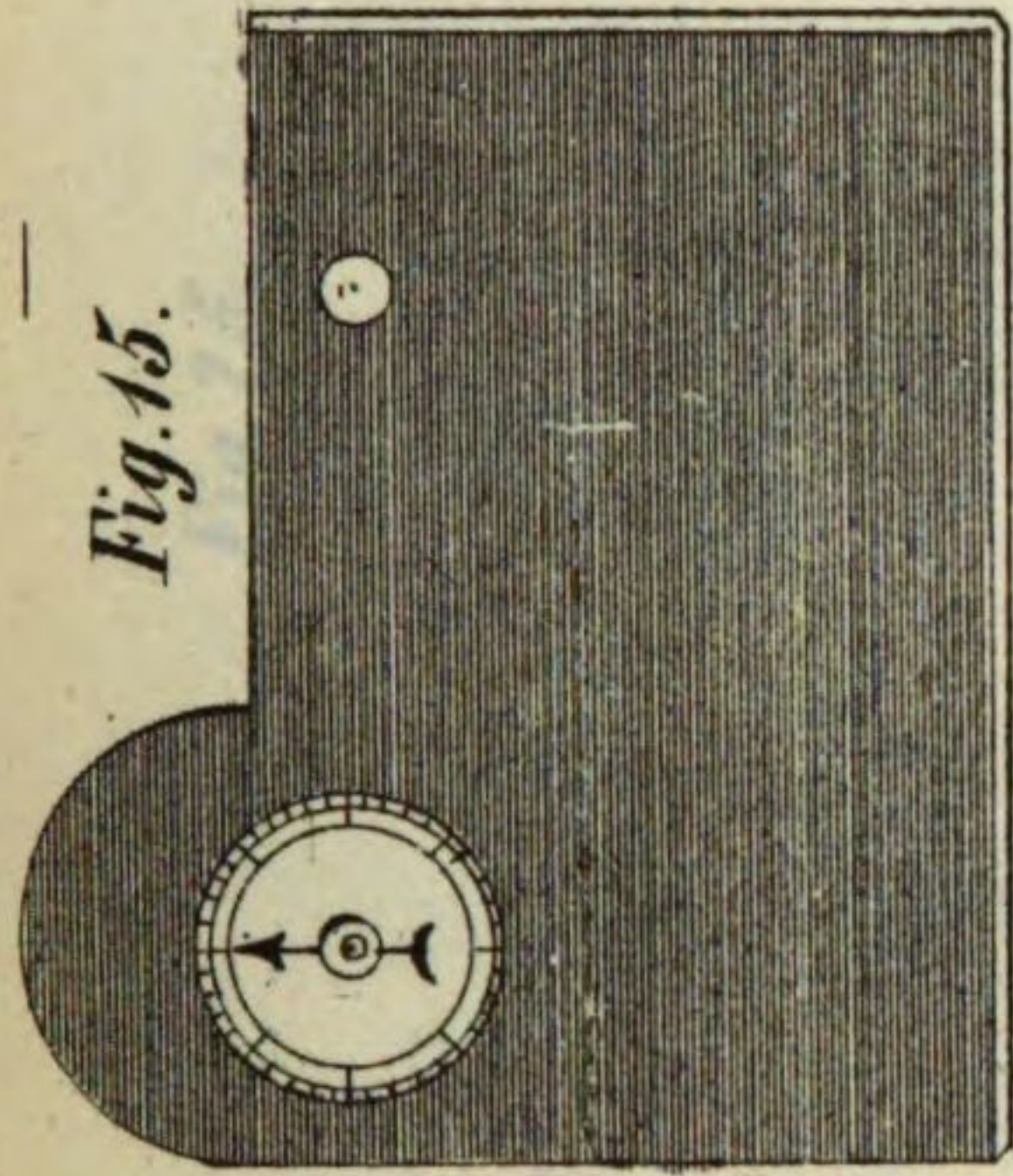


Fig. 16.

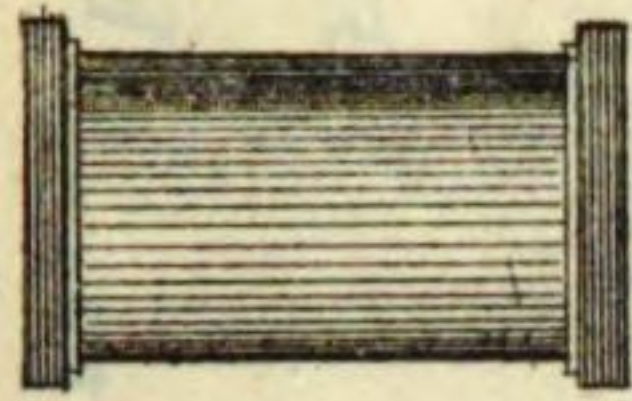


Fig. 17.

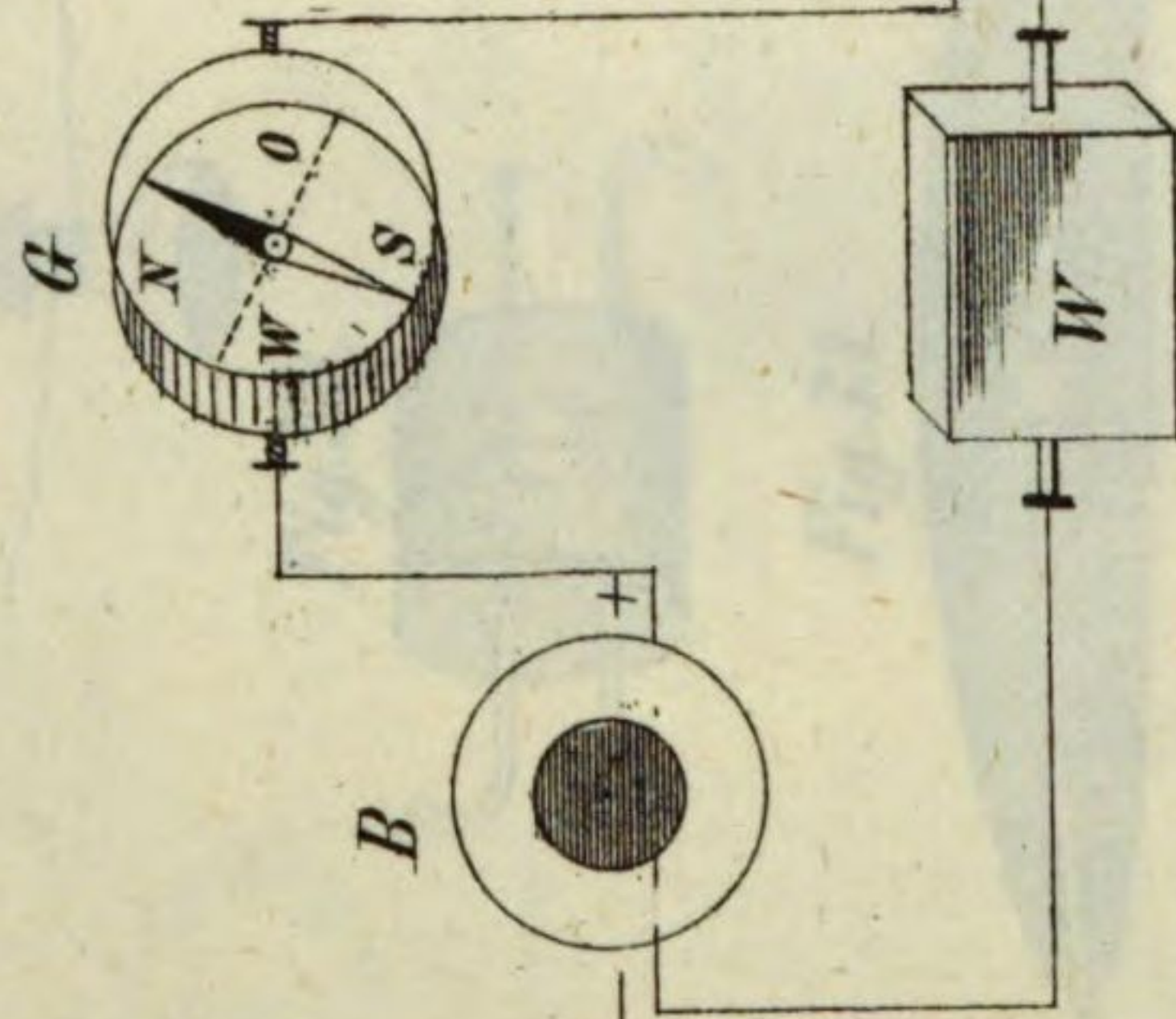
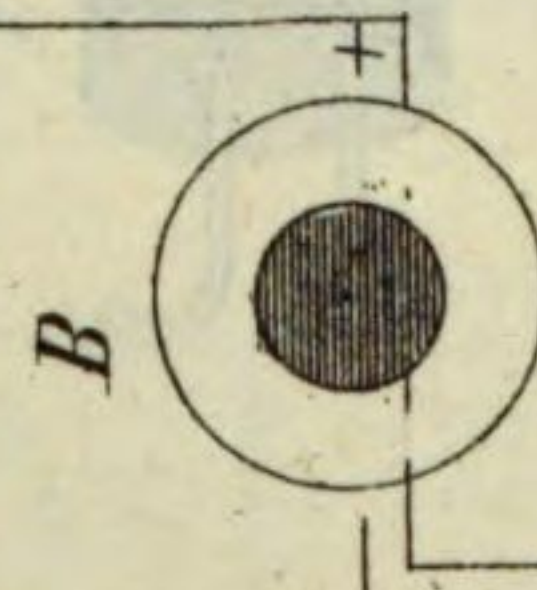
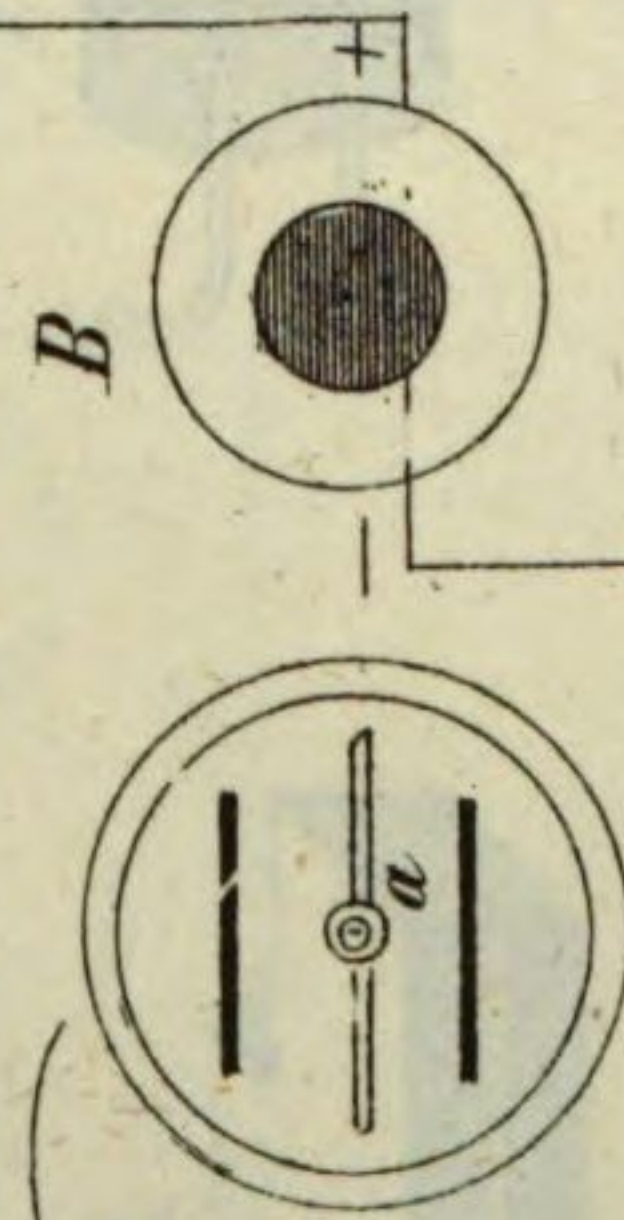
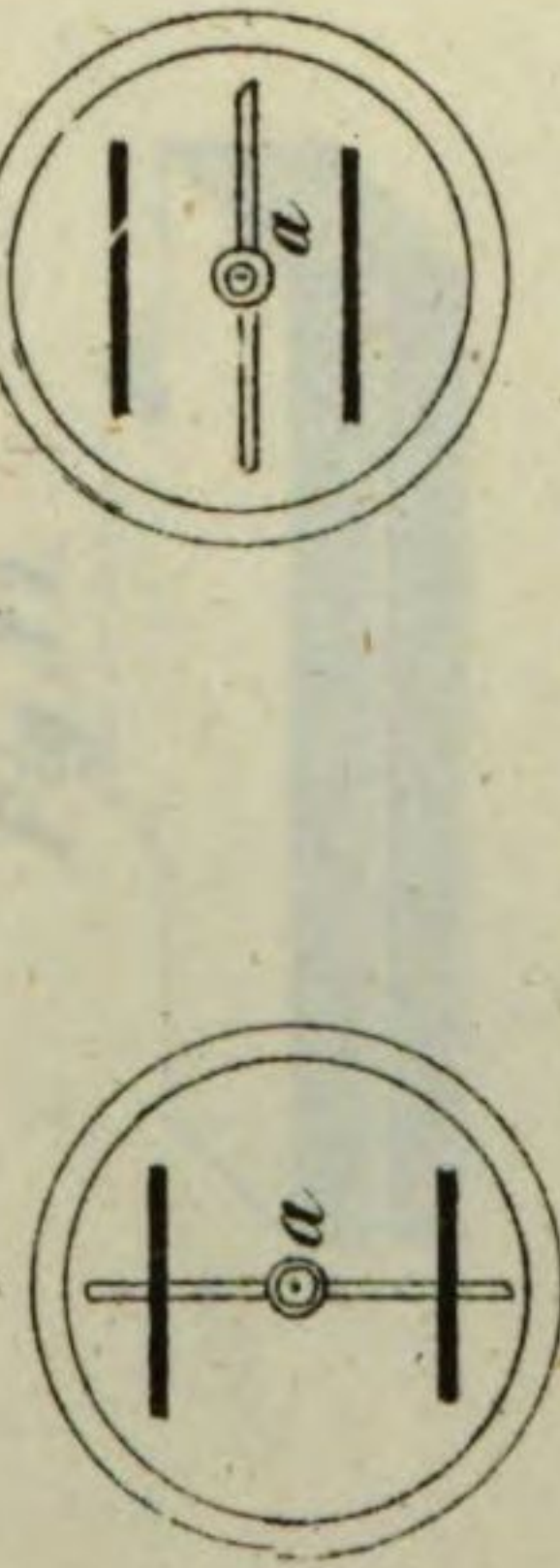


Fig. 18.

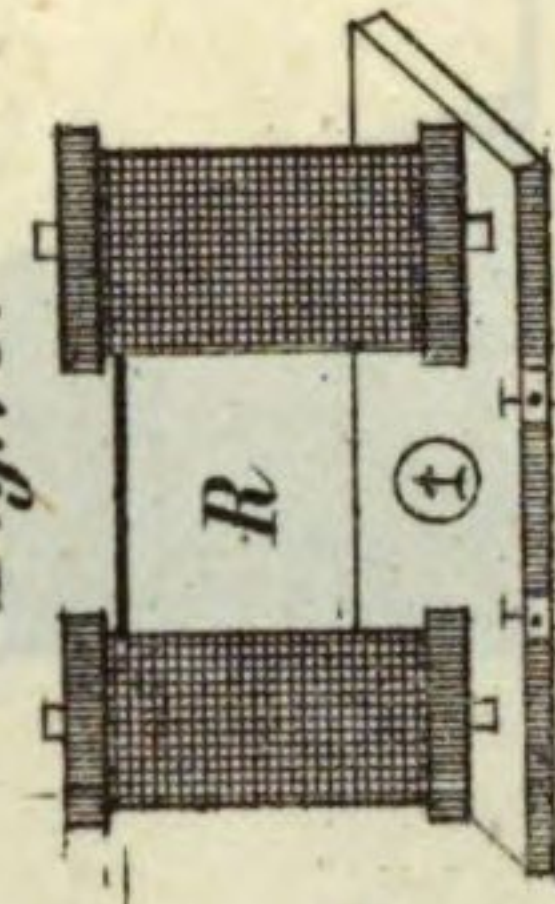


Fig. 19.

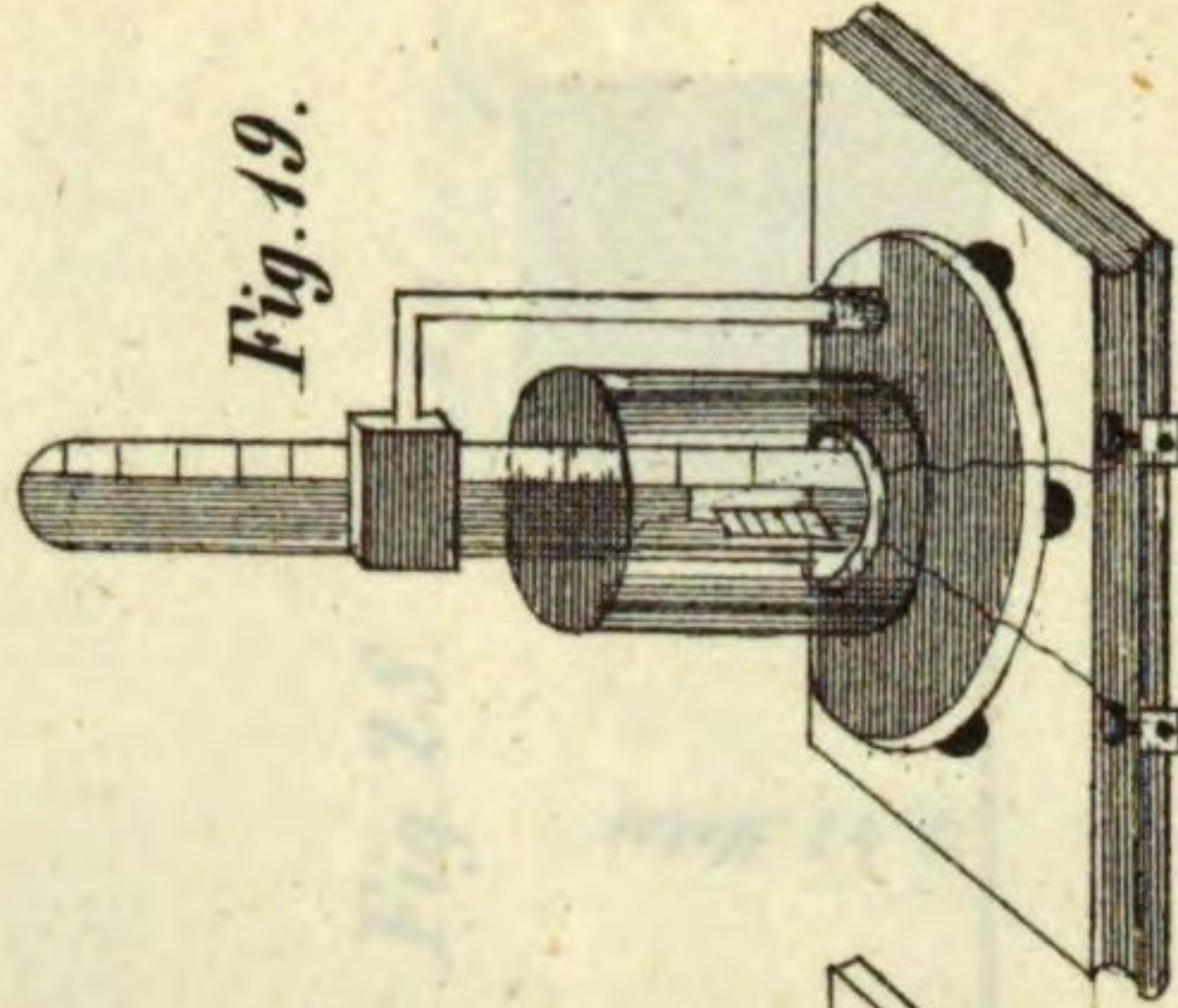


Fig. 20.

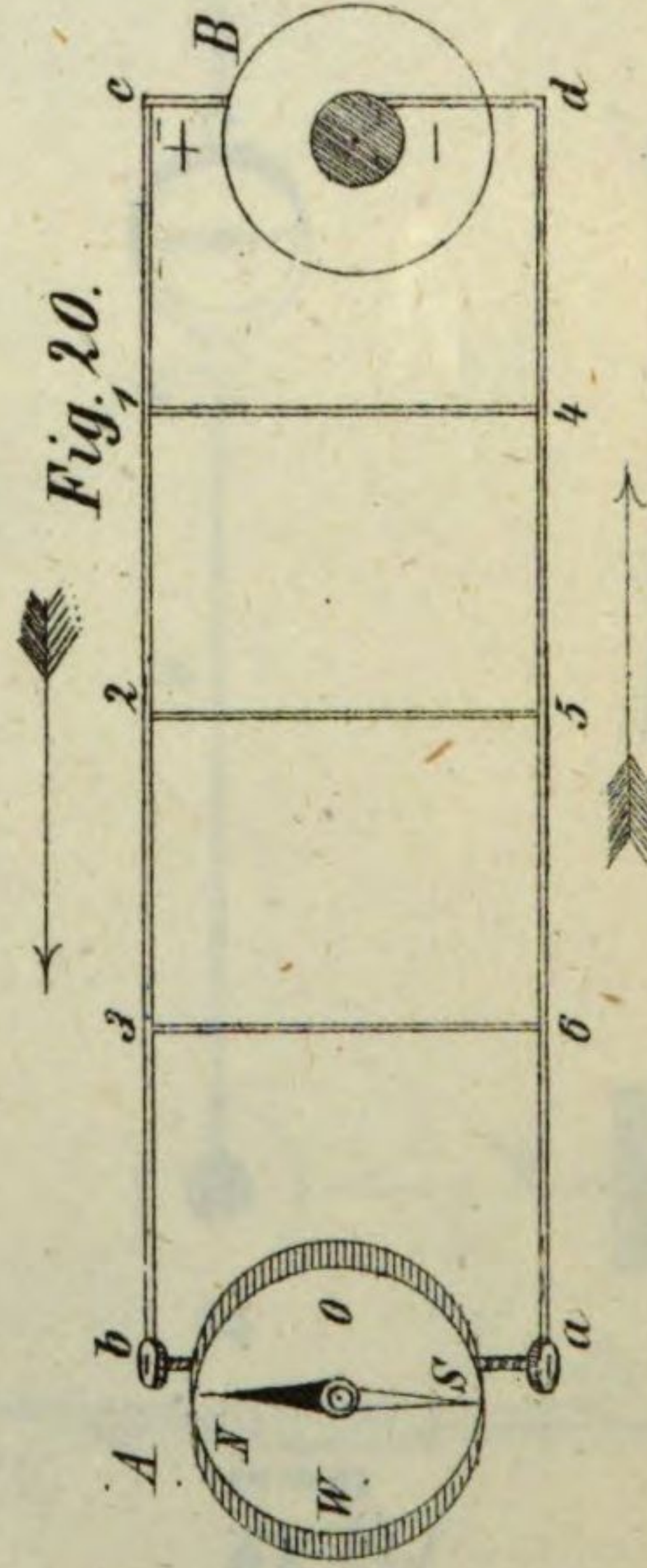
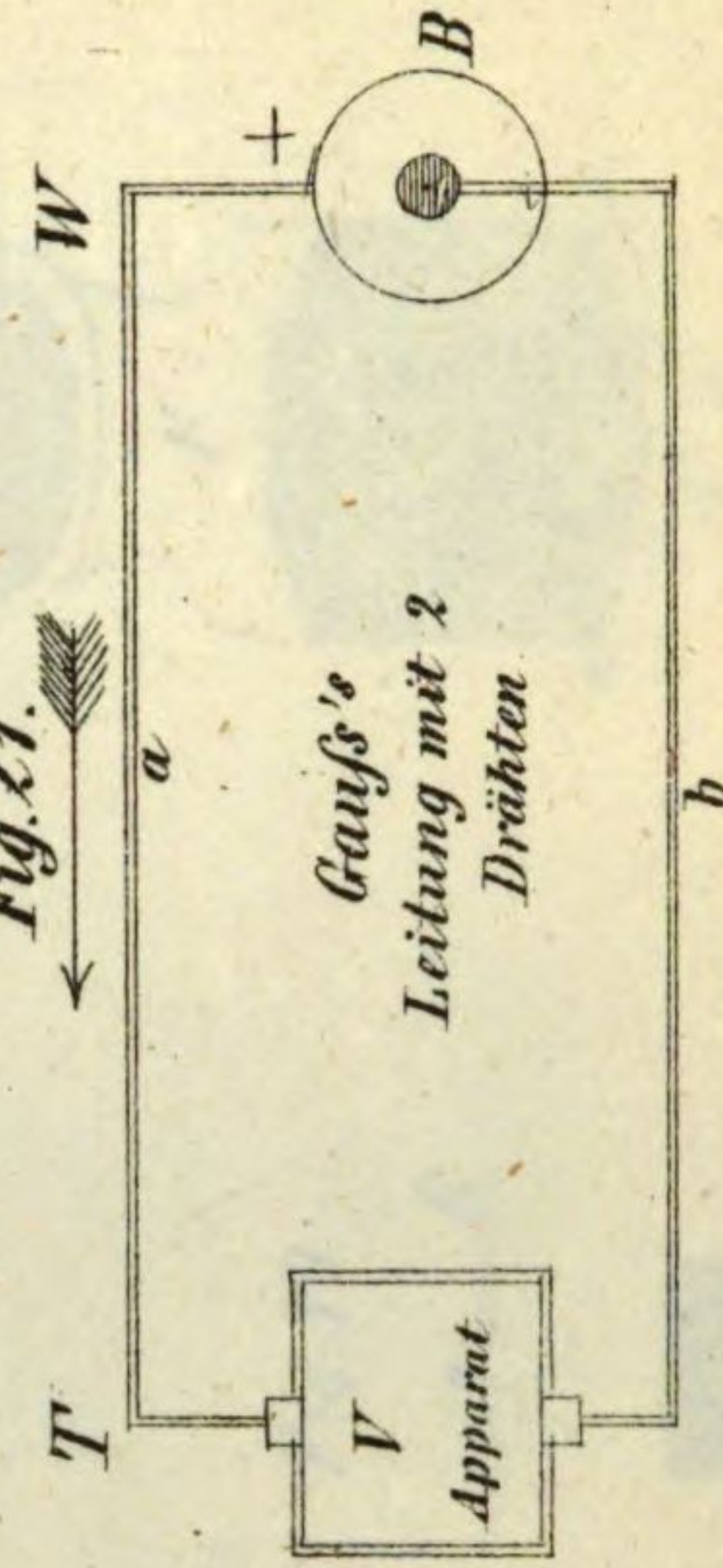


Fig. 21.



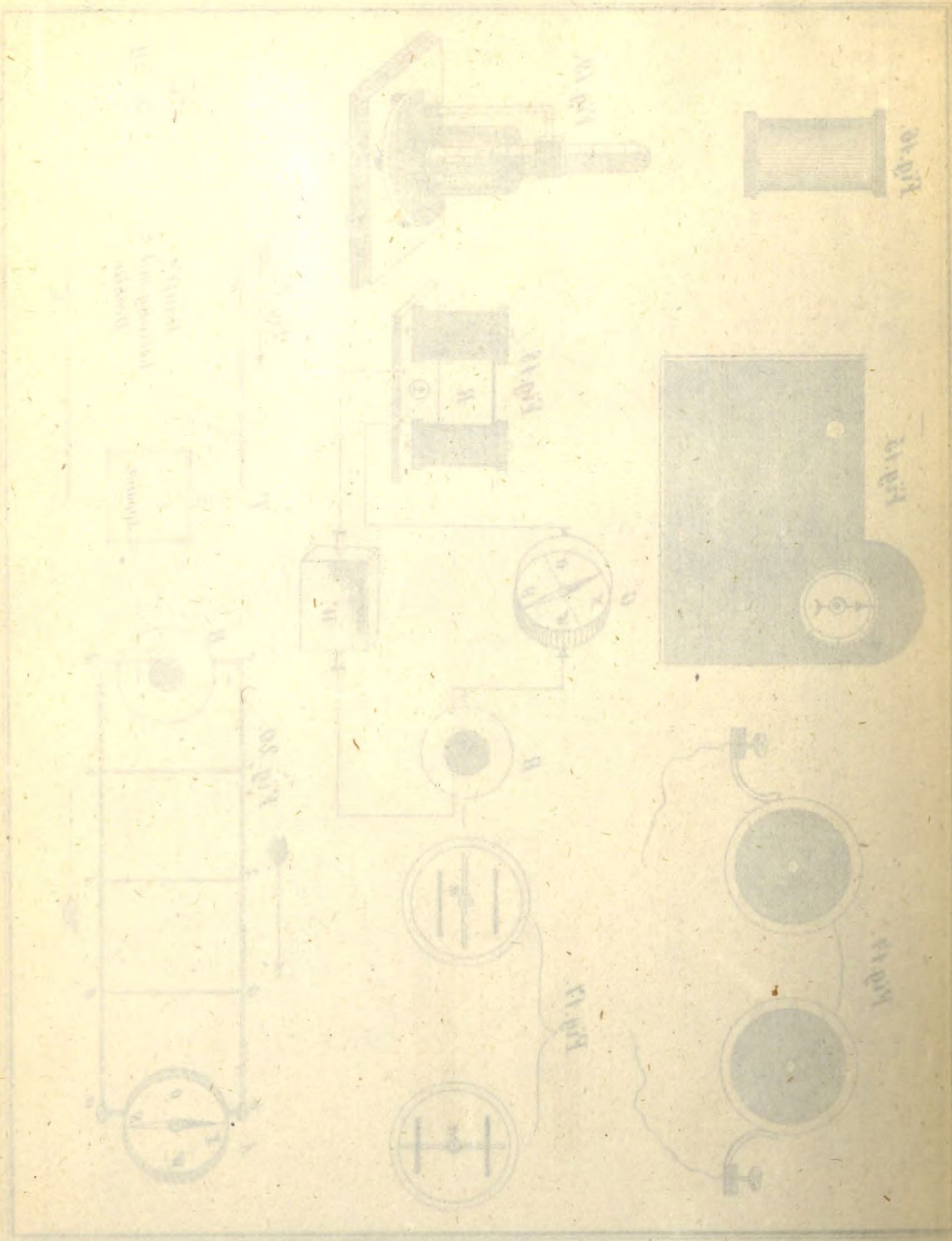


Fig. 22.

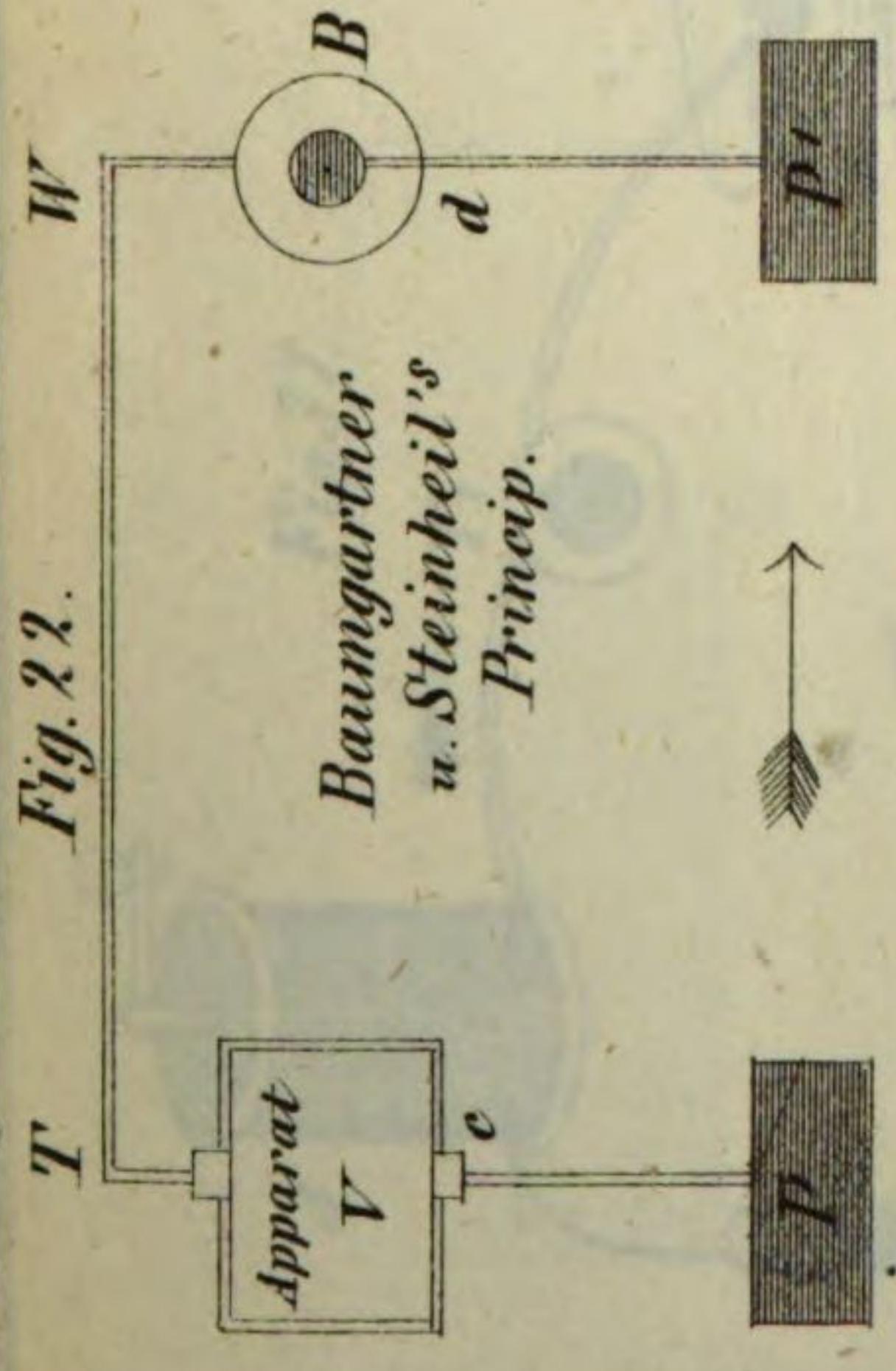


Fig. 23.

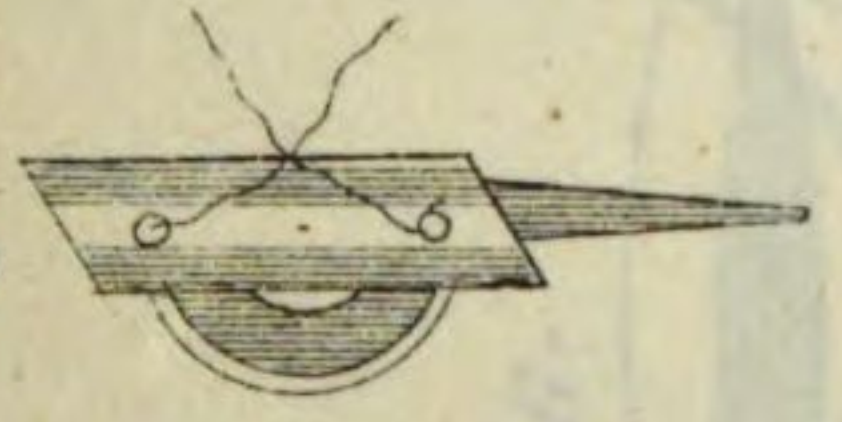


Fig. 25.

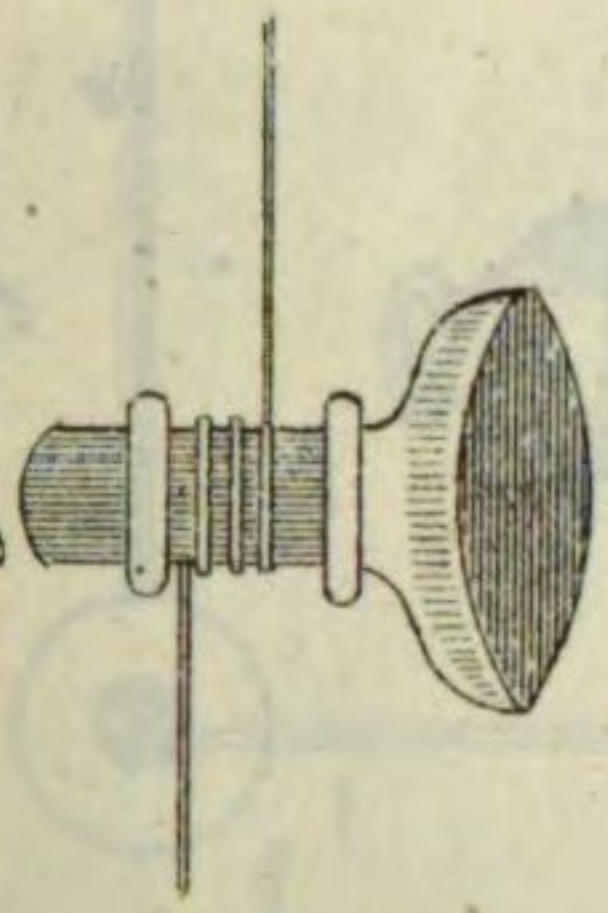


Fig. 26.

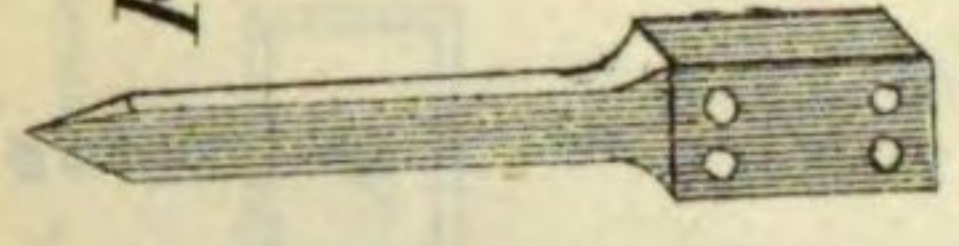


Fig. 27.

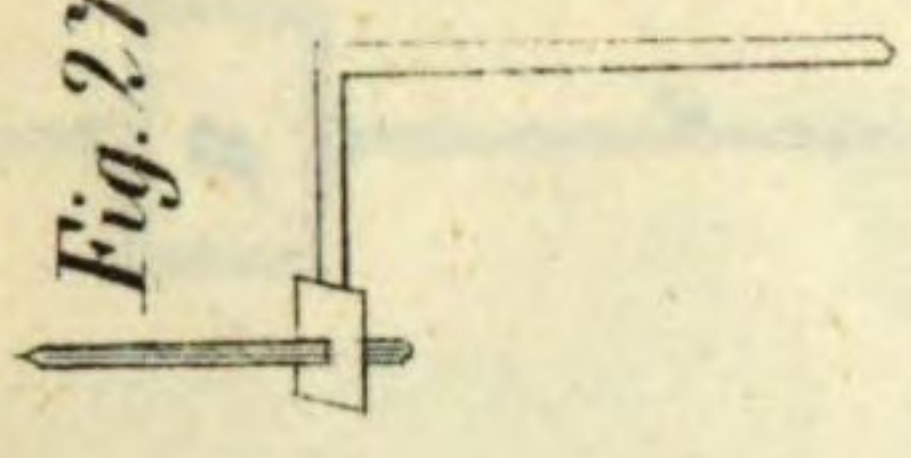


Fig. 24.

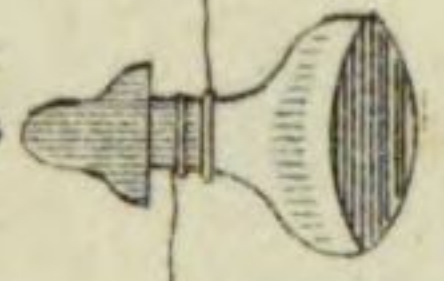


Fig. 31.

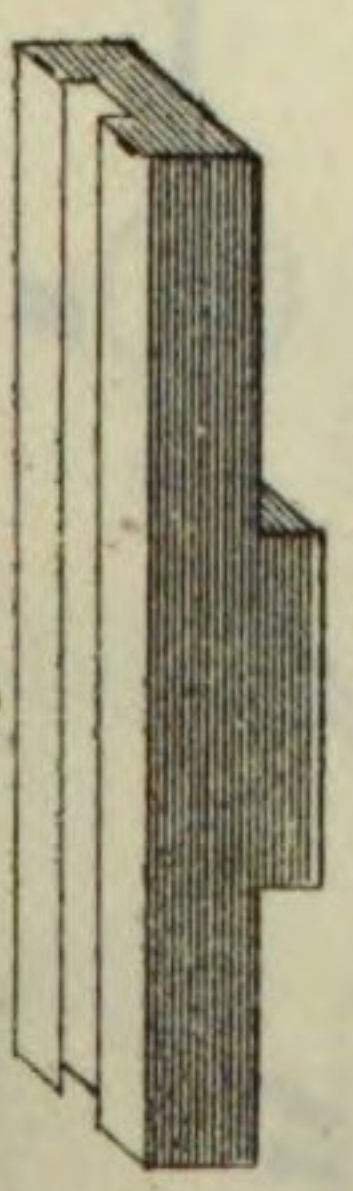


Fig. 32.



Fig. 30.

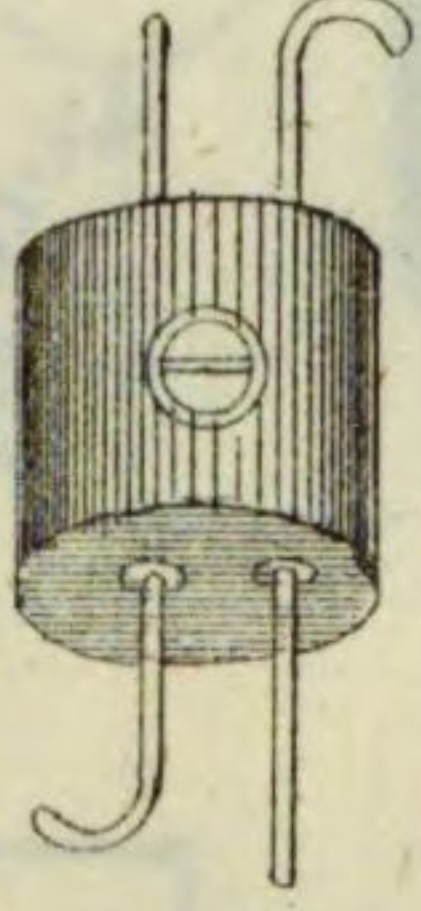


Fig. 33.

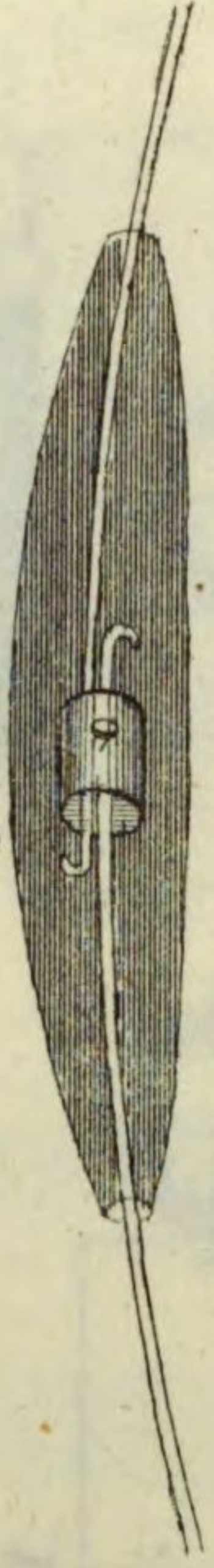
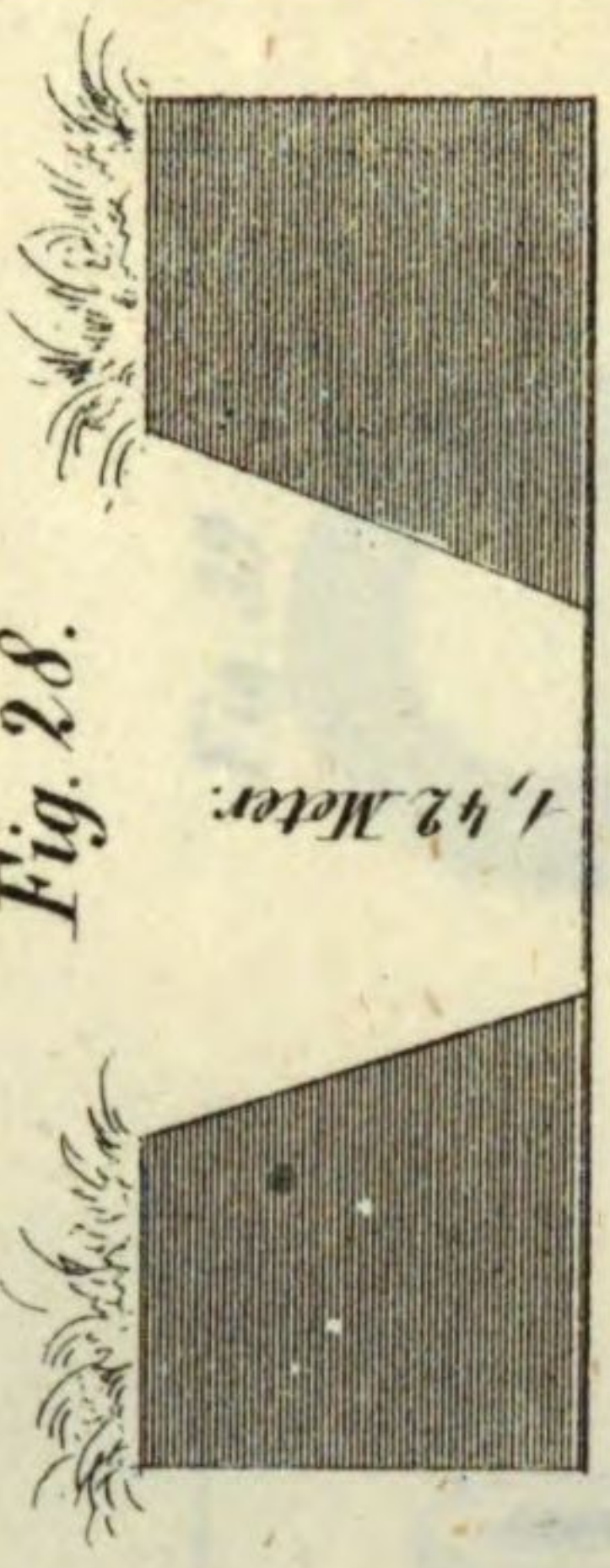


Fig. 28.



1,42 Meter

Fig. 35.

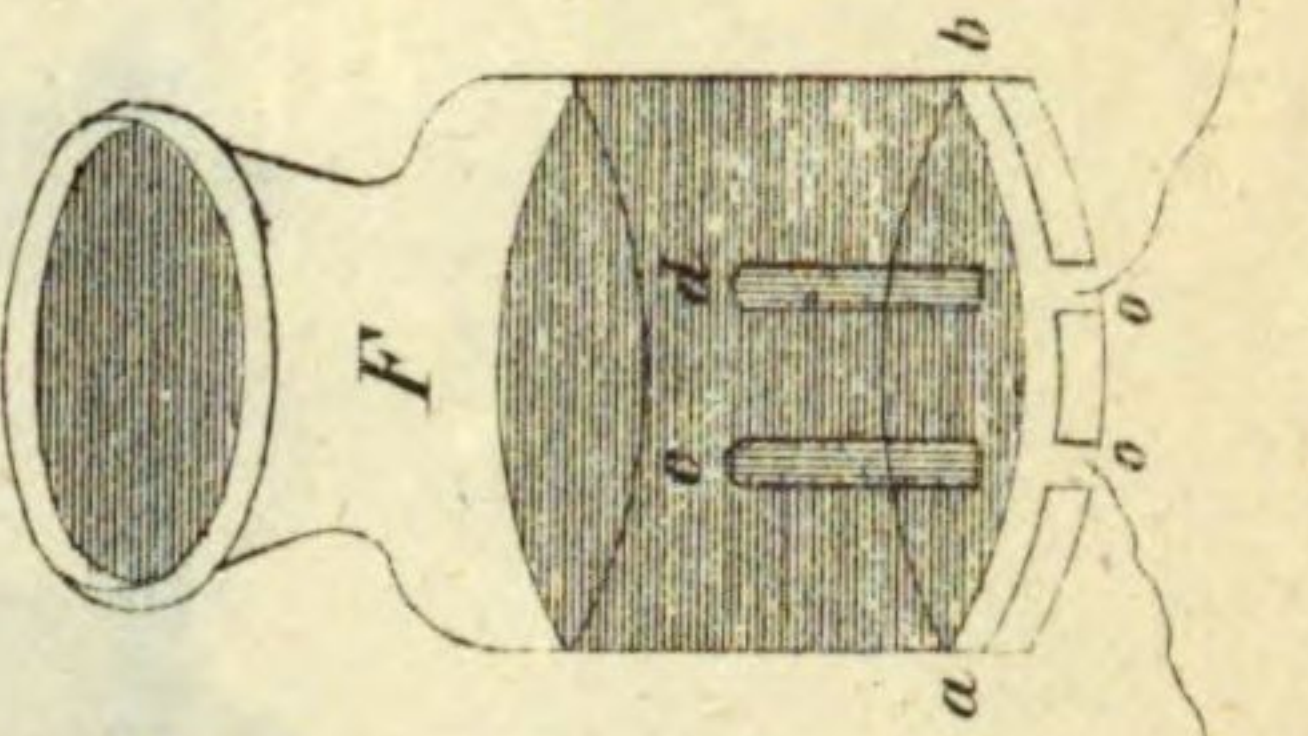


Fig. 29.

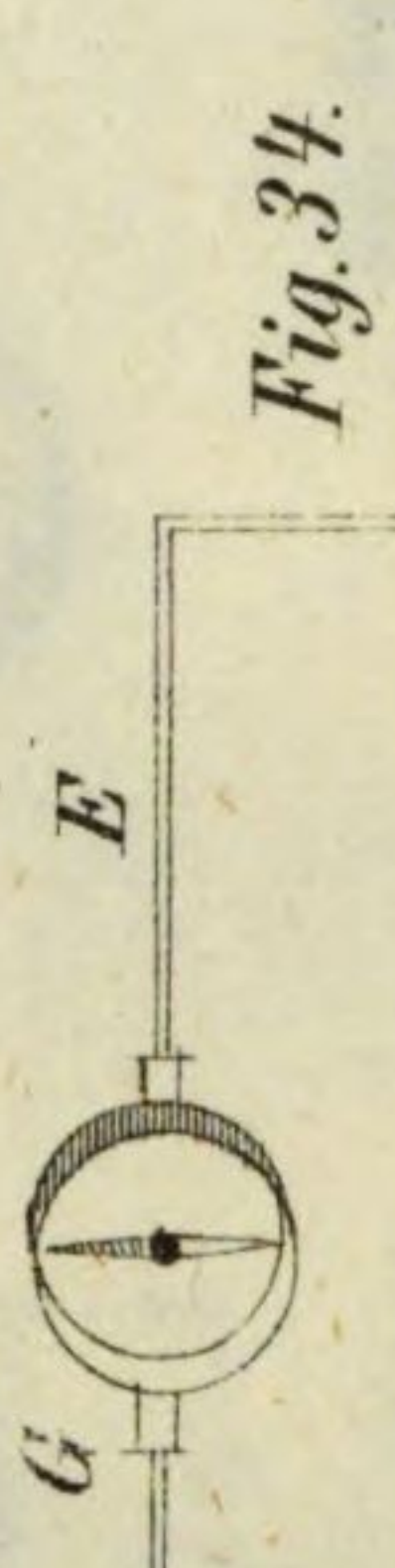
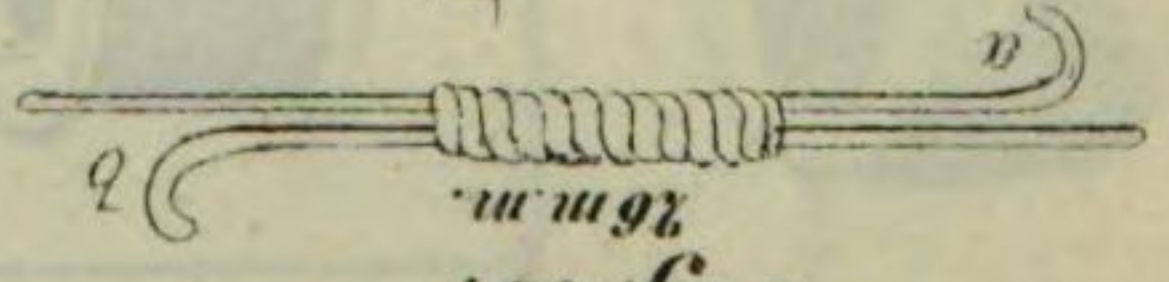
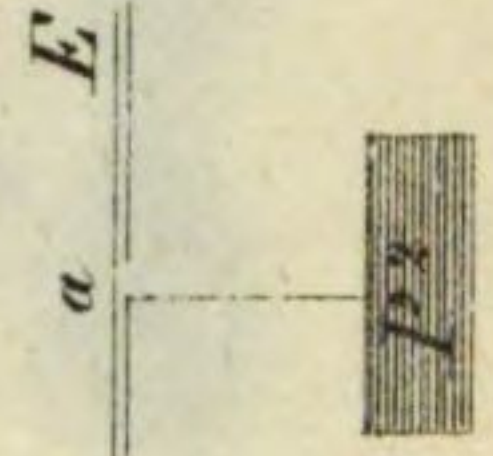
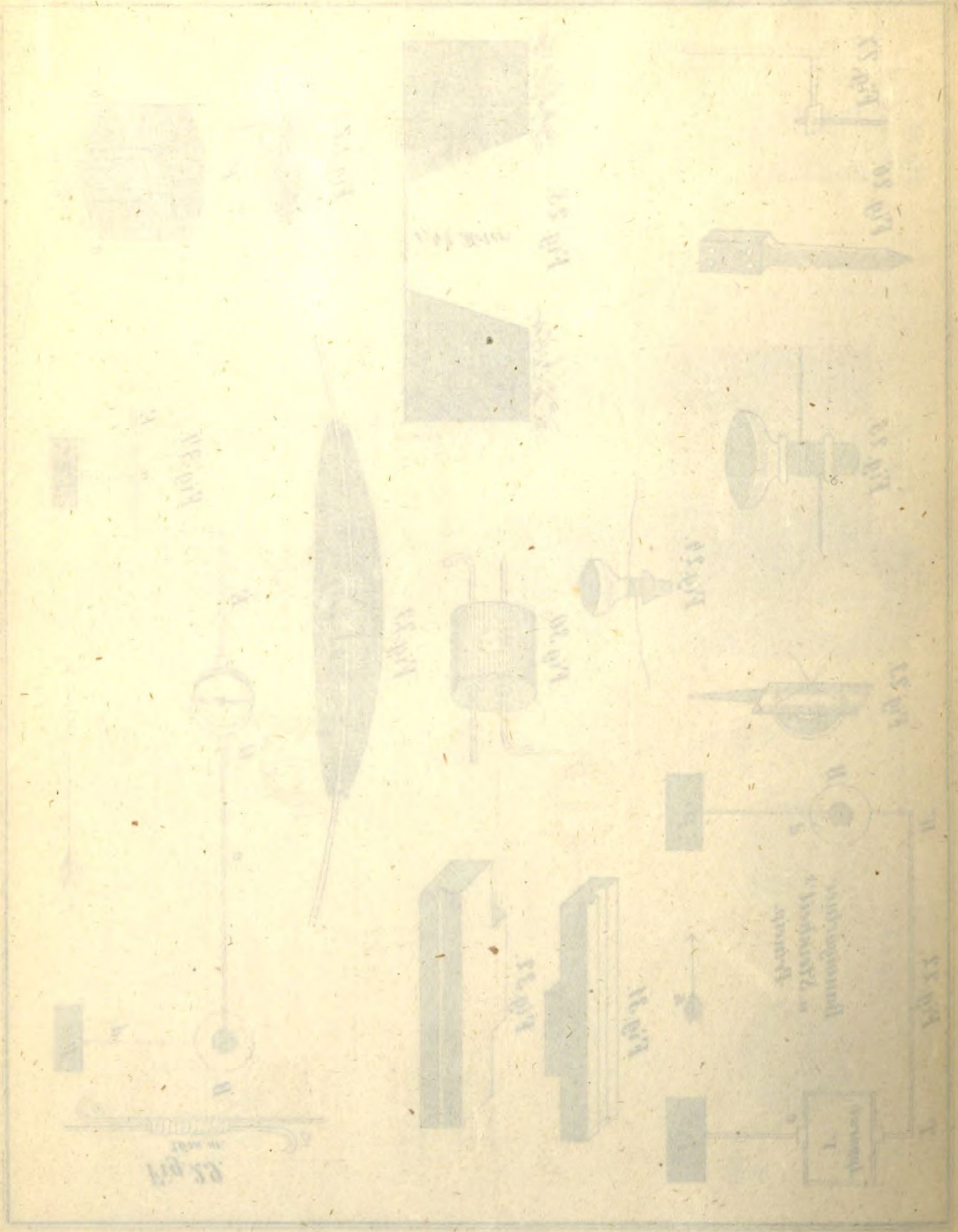


Fig. 34.





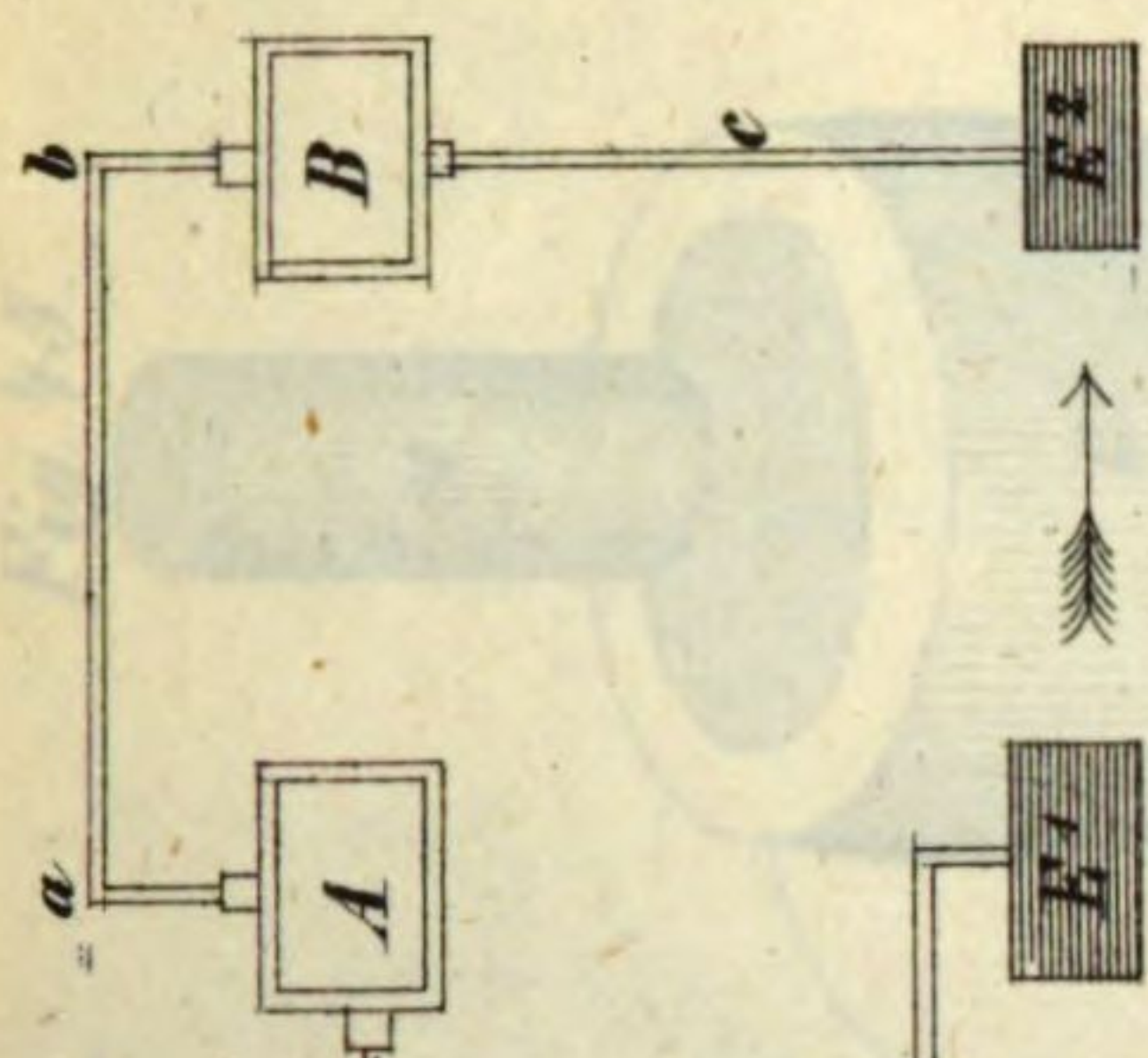


Fig. 36.

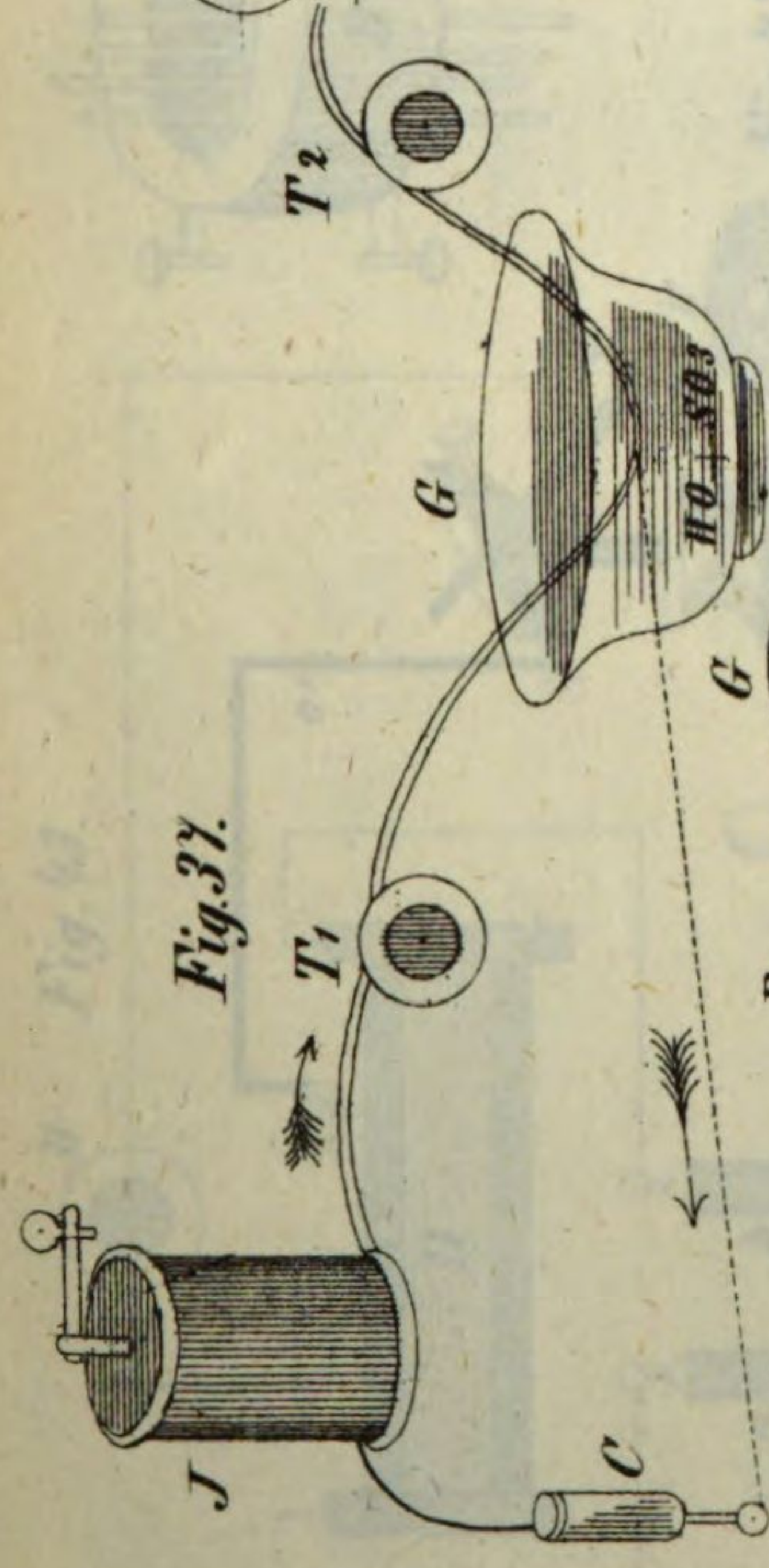


Fig. 37.

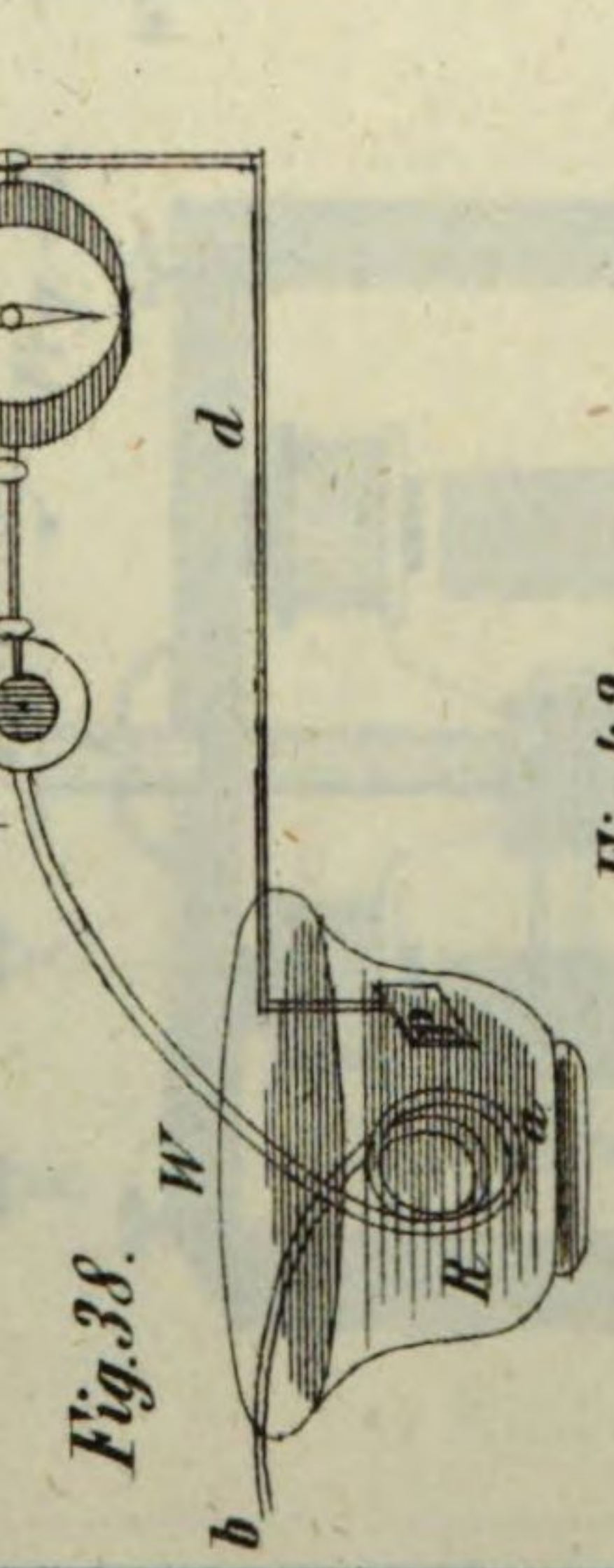


Fig. 38.

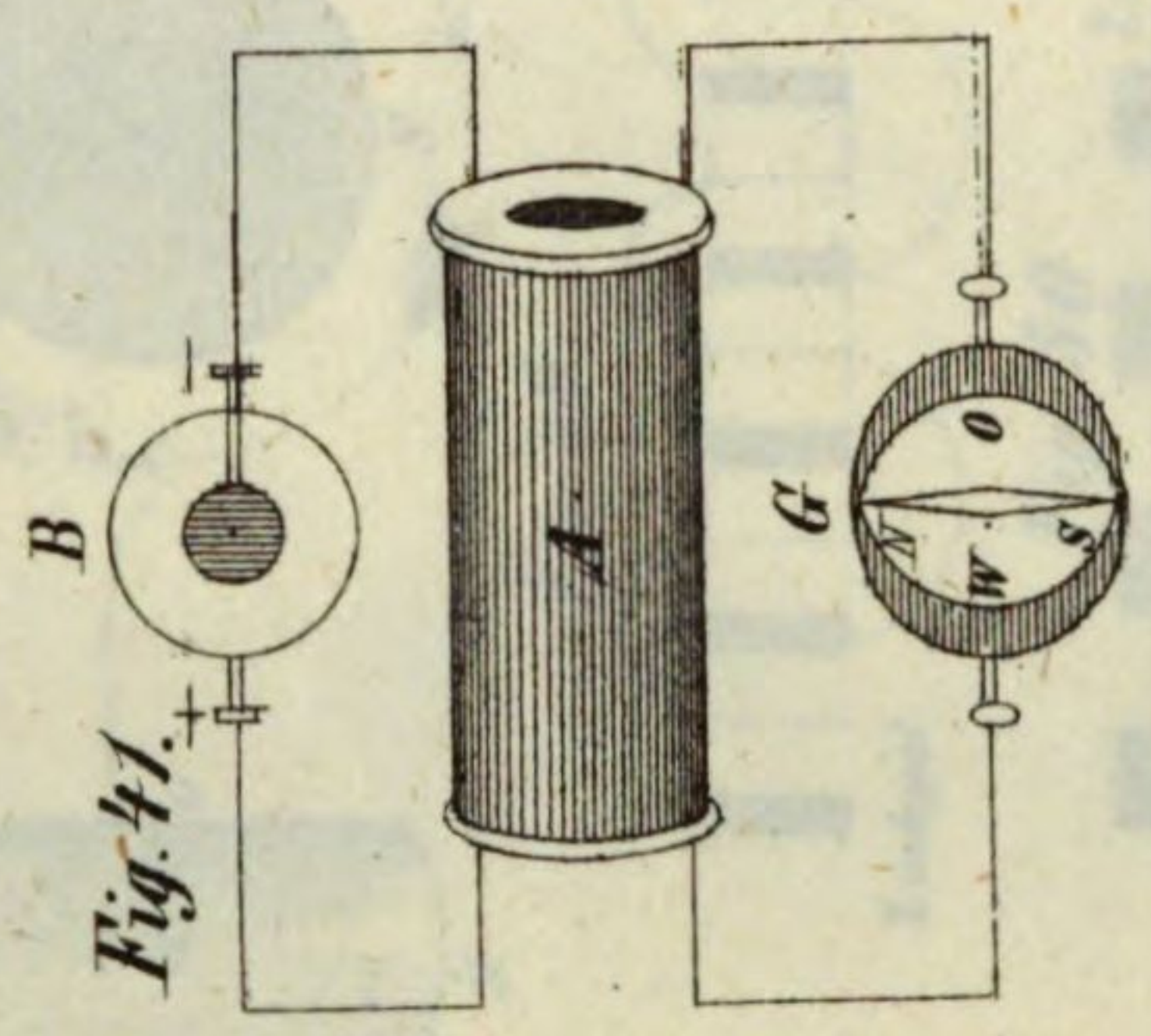


Fig. 41.

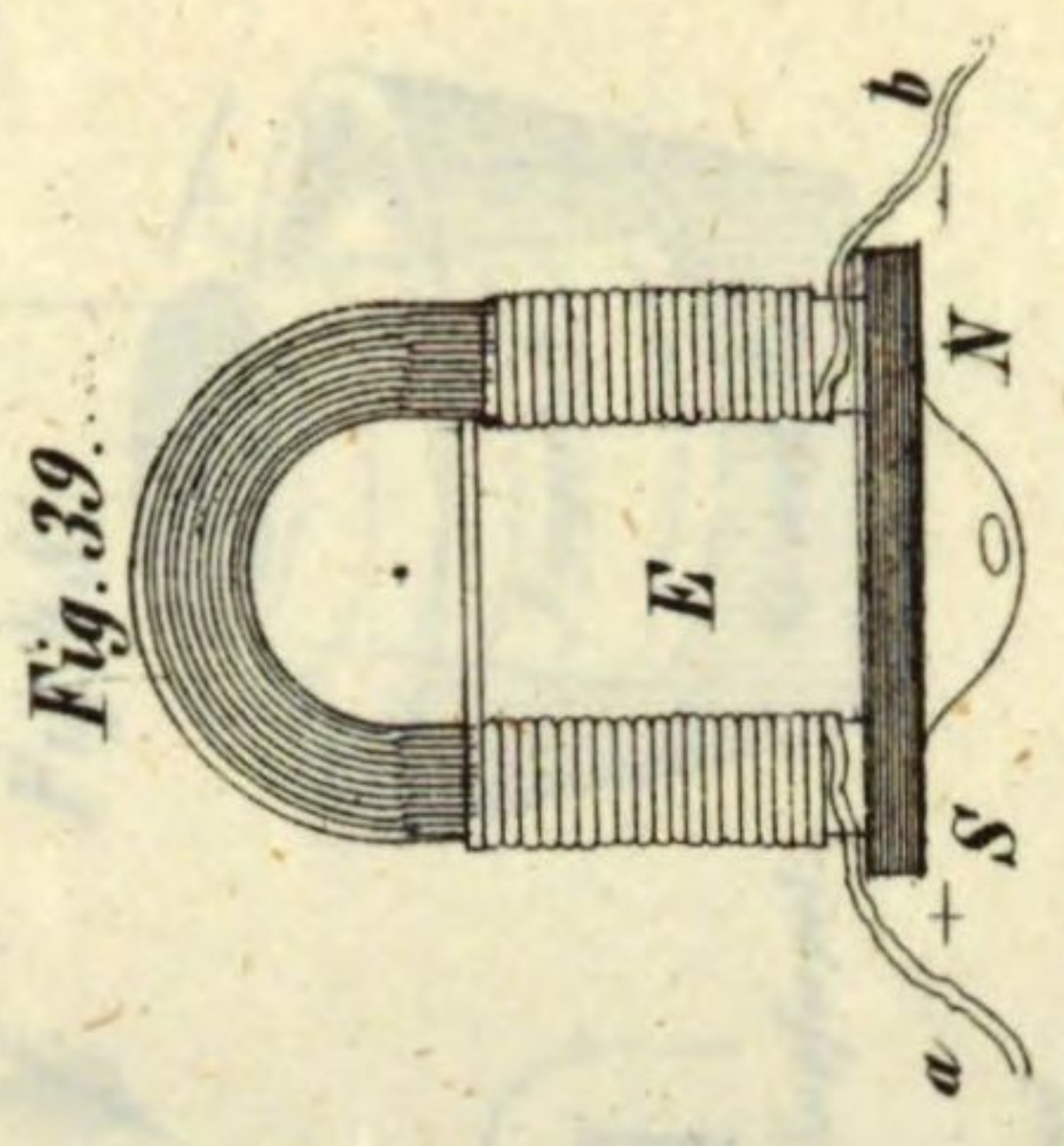


Fig. 39.

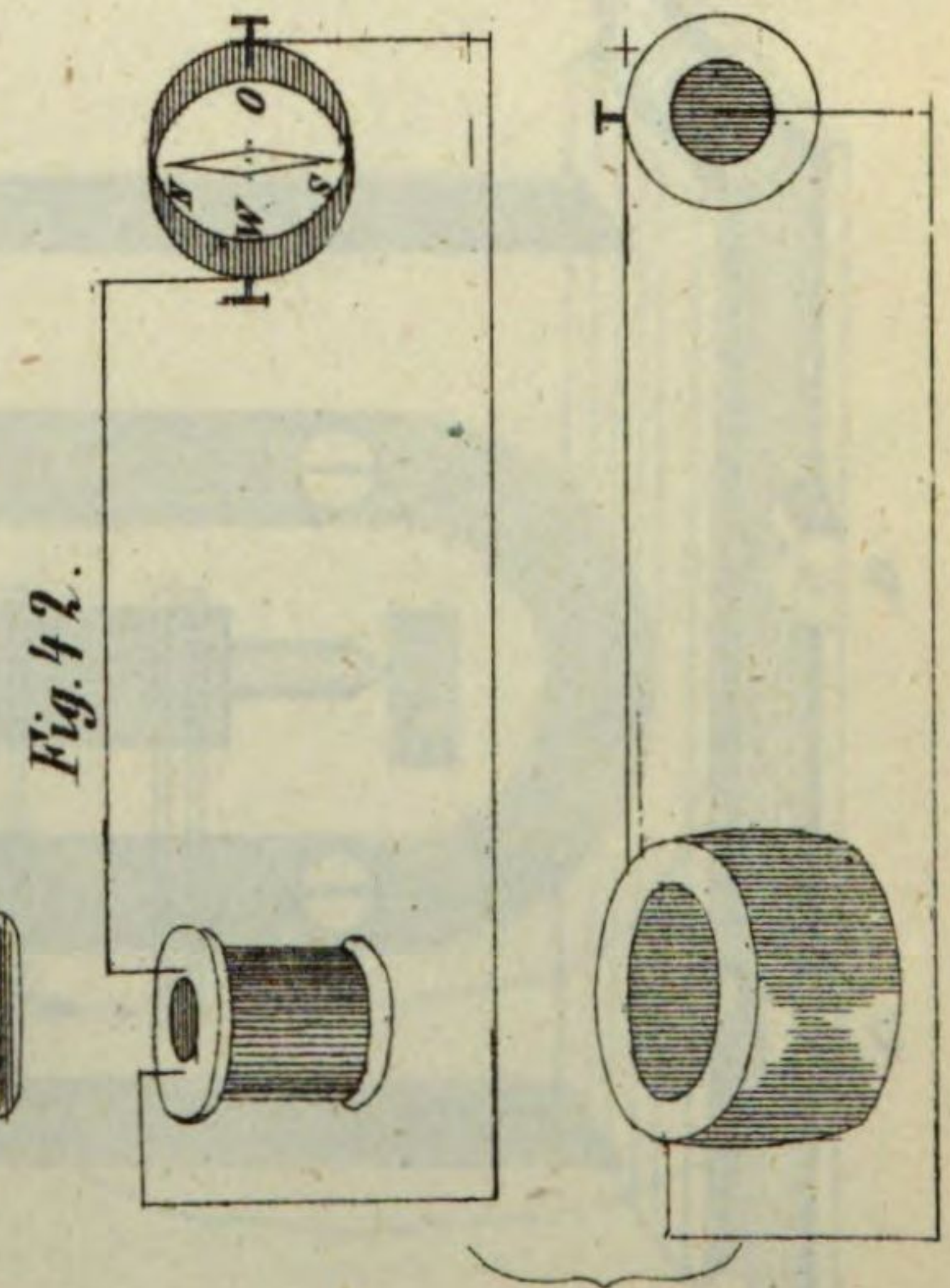


Fig. 42.



Fig. 40.

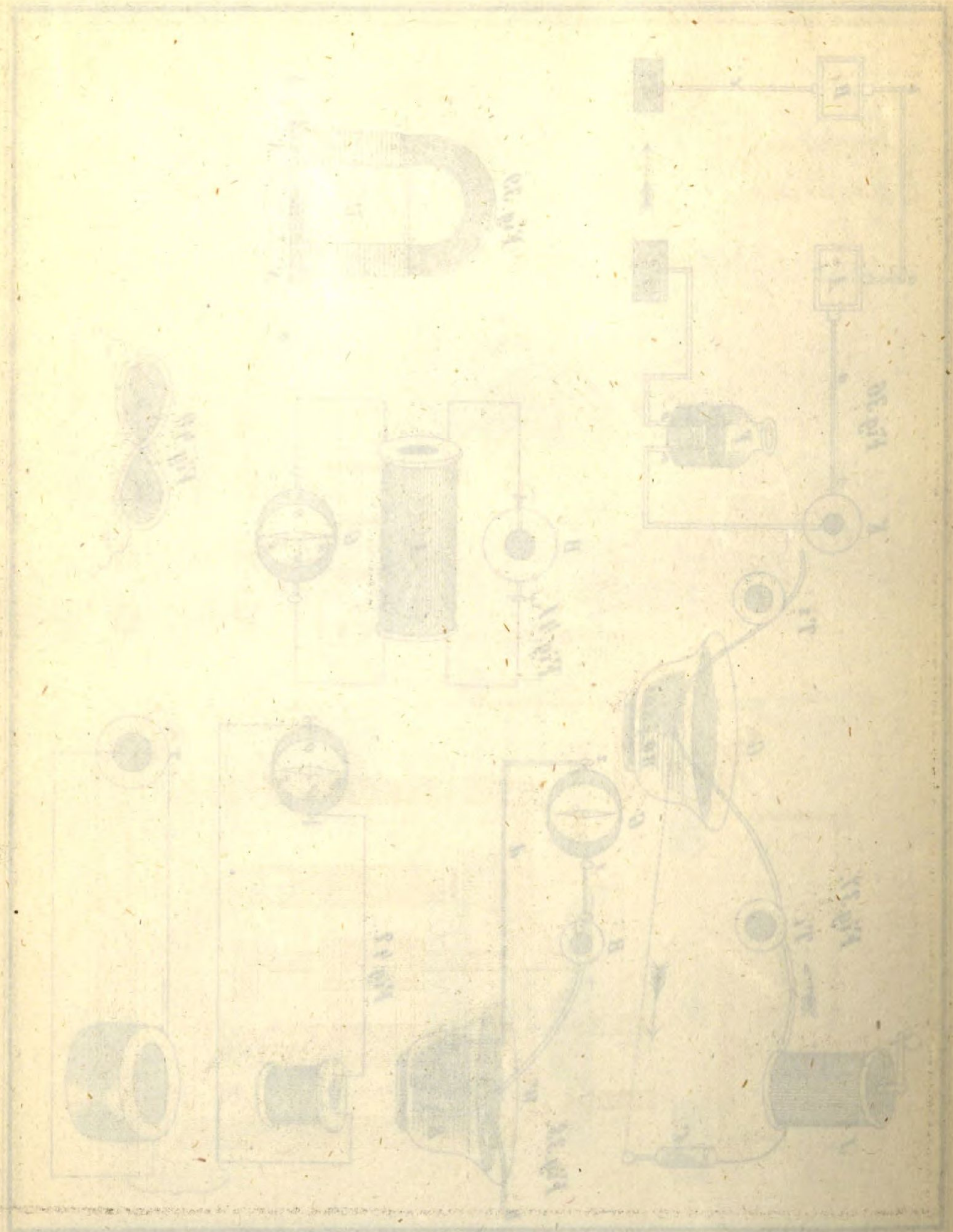


Fig. 43.

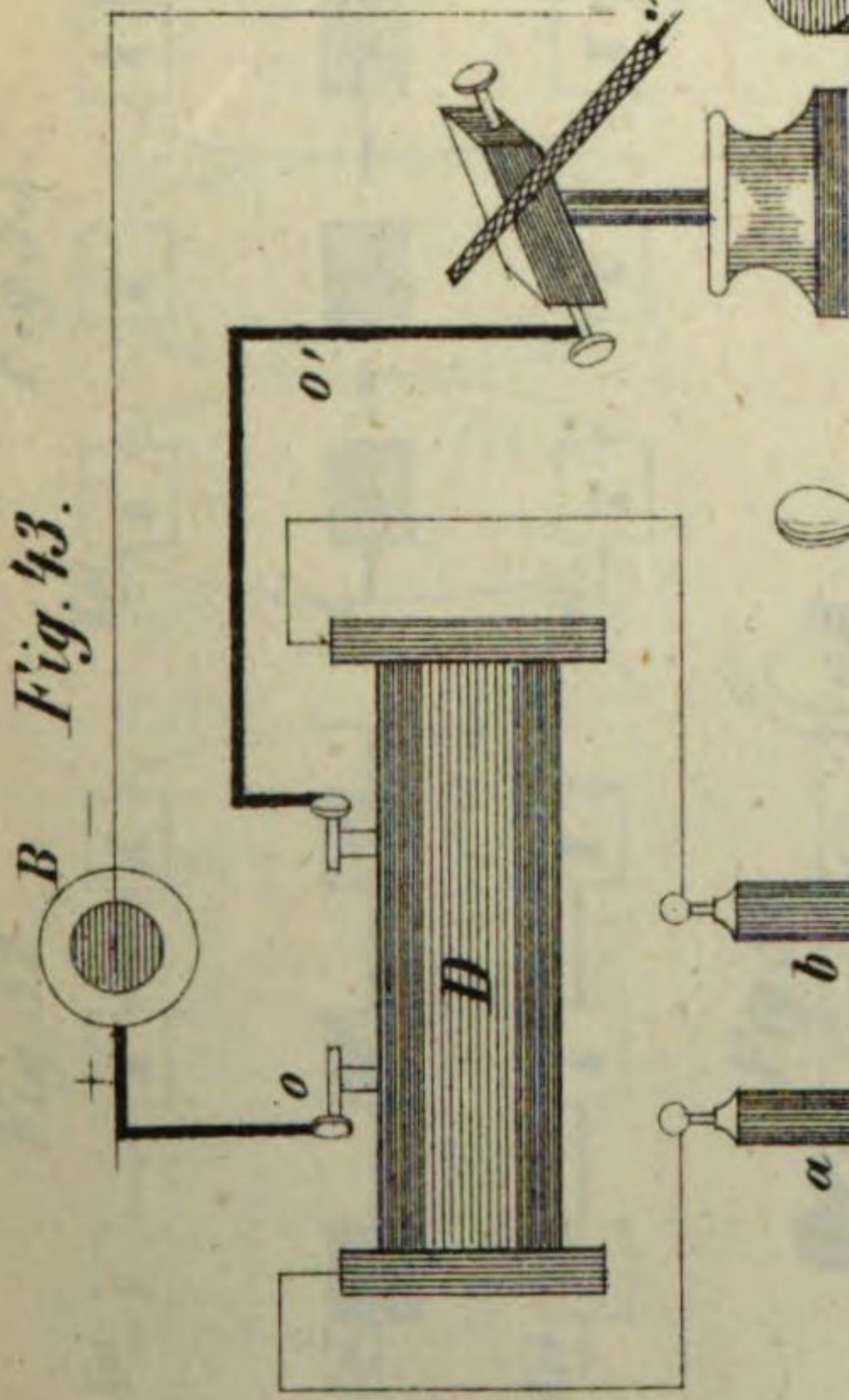


Fig. 46.

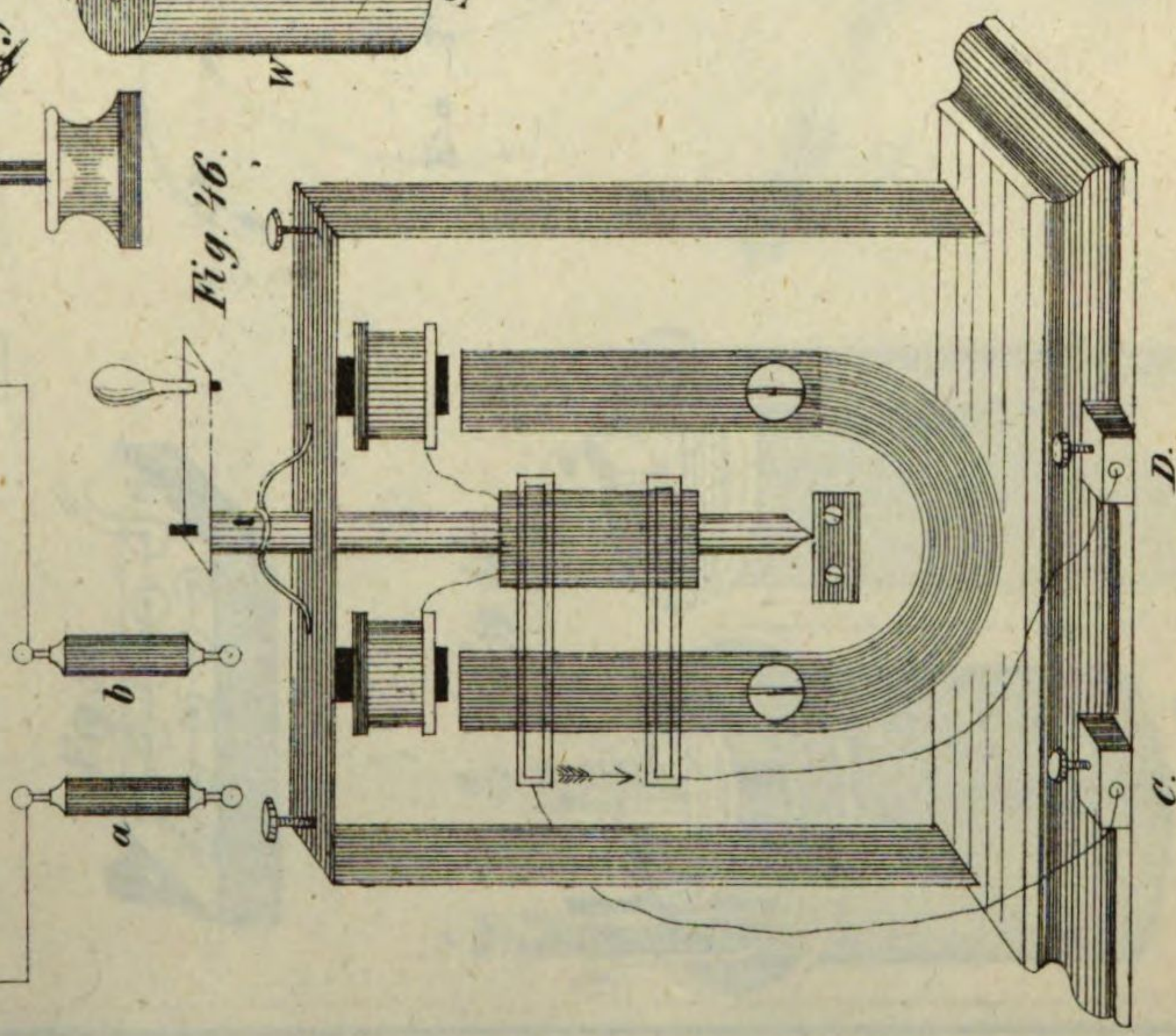


Fig. 44.

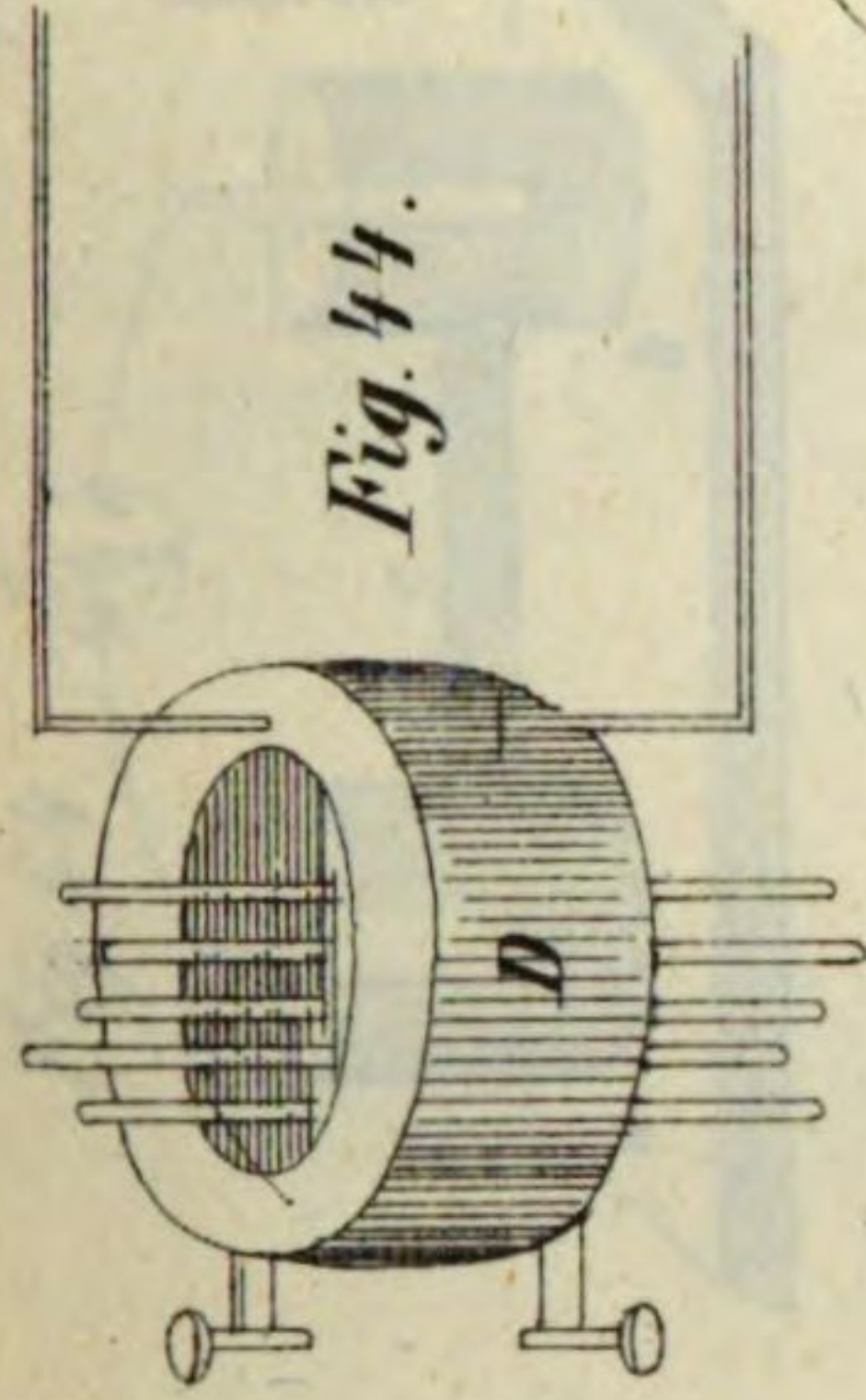


Fig. 45.

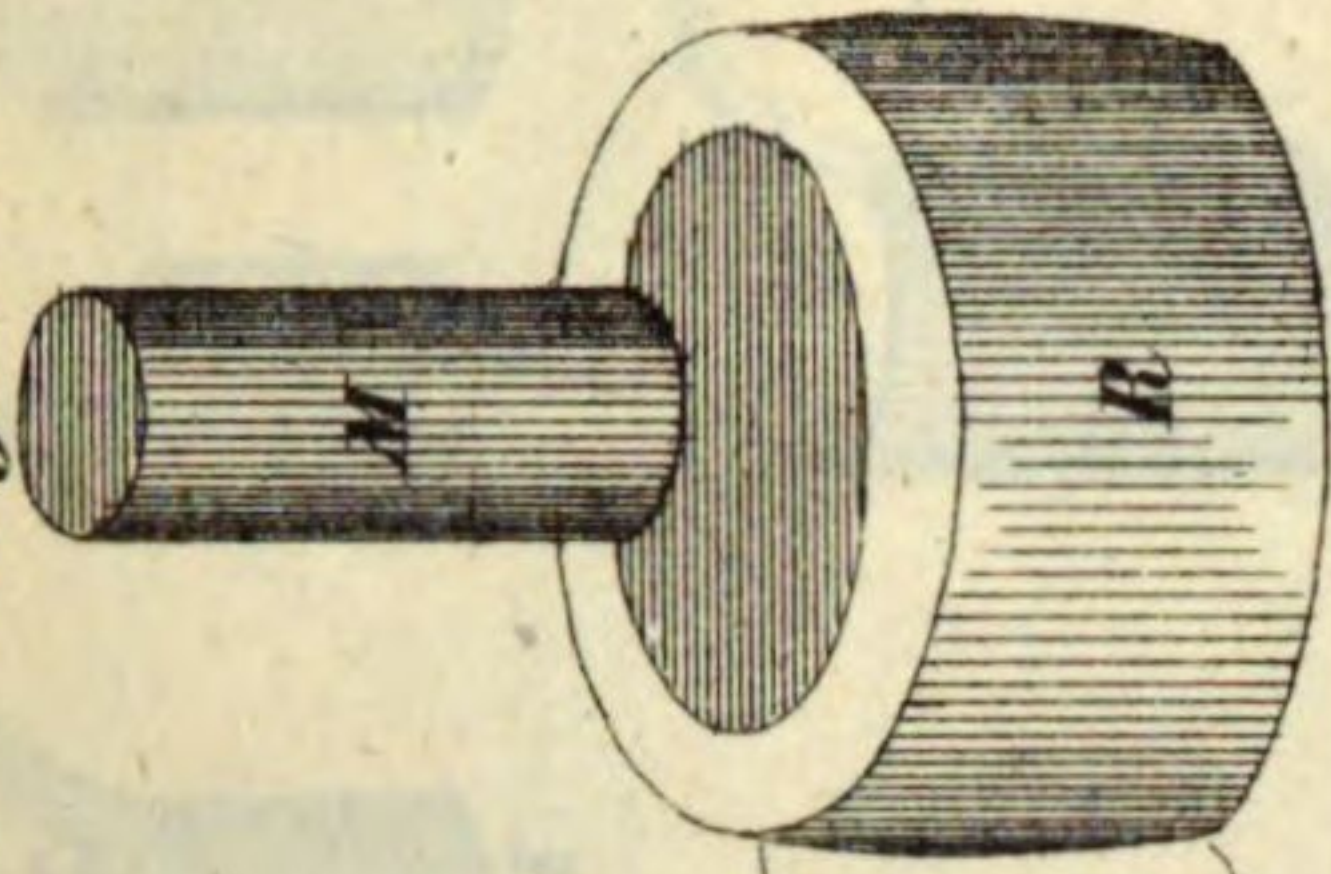


Fig. 47.

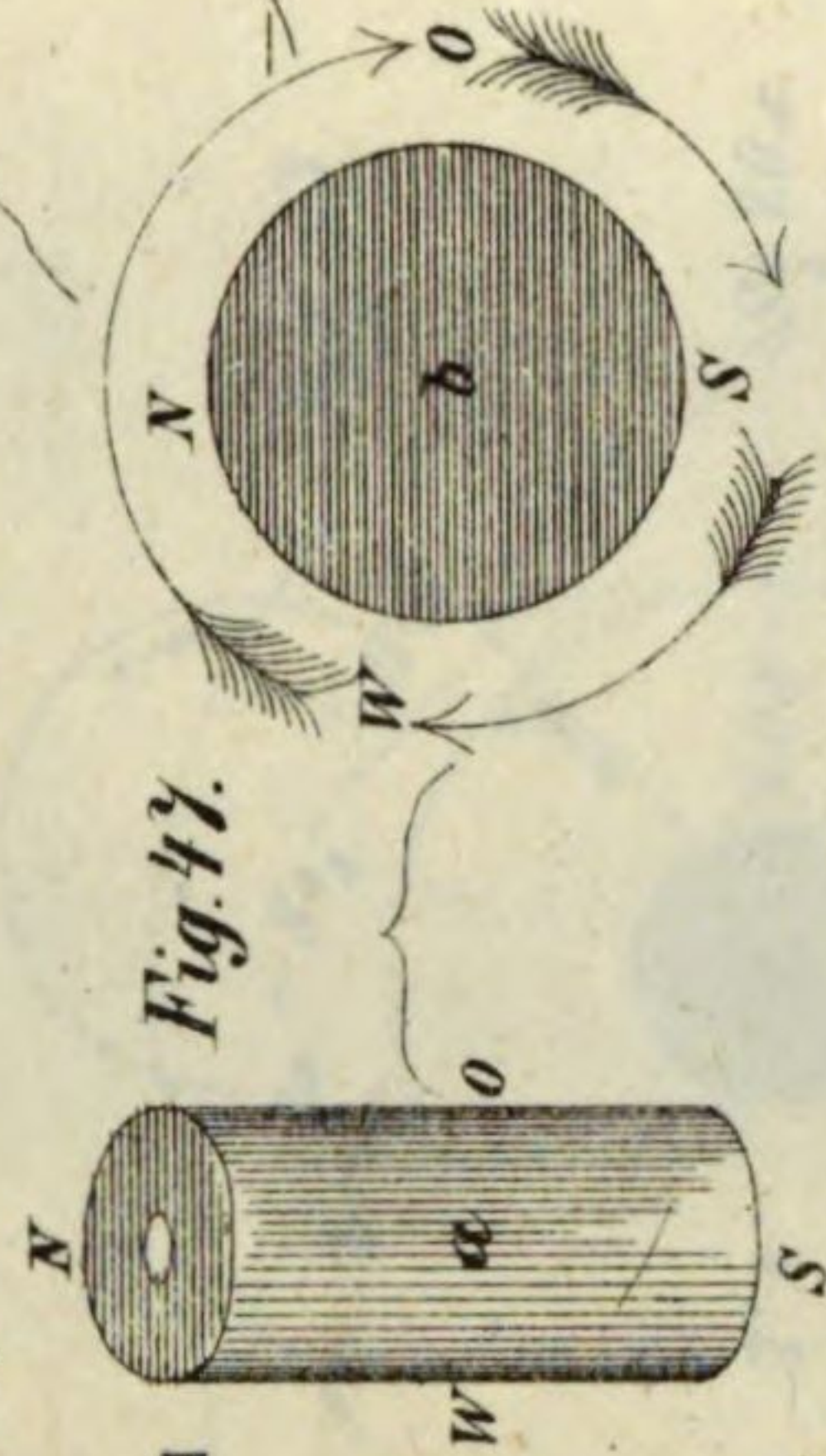


Fig. 48.

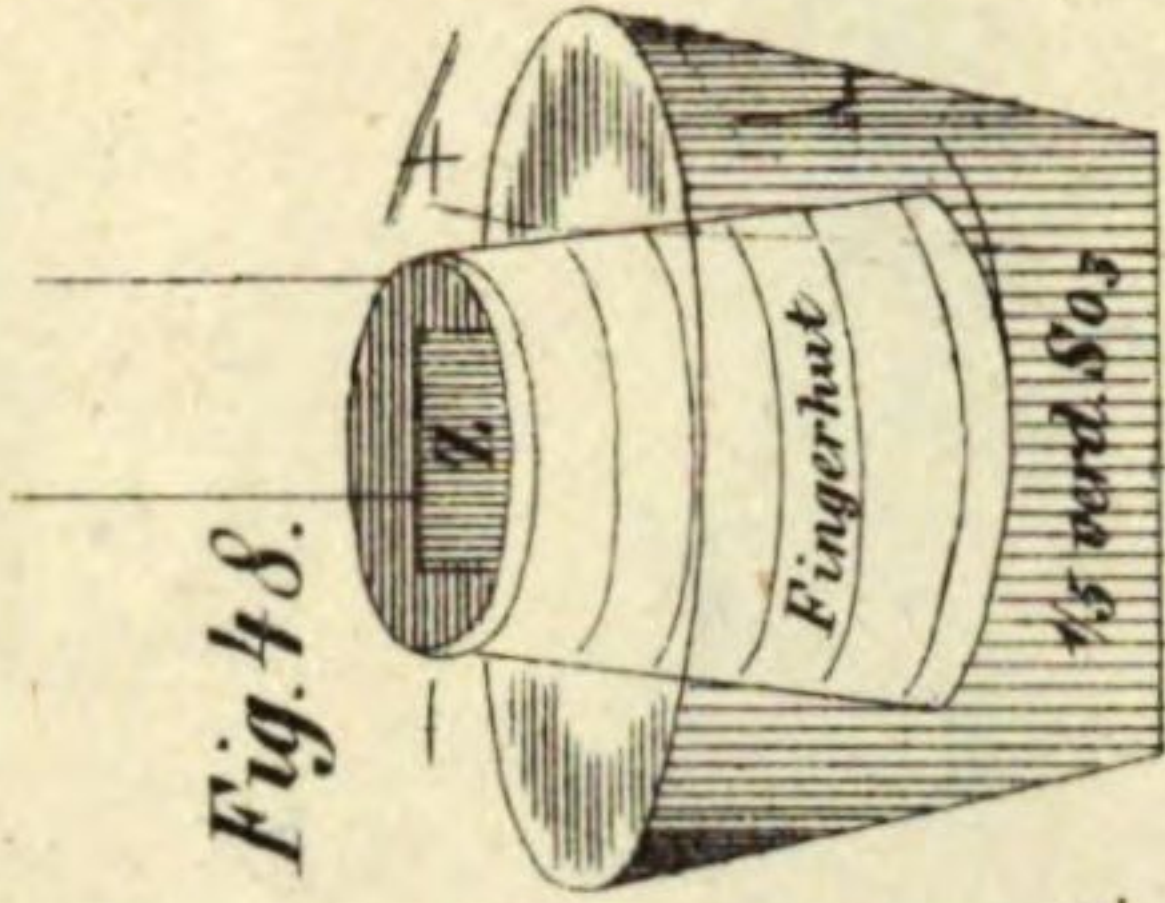


Fig. 49.

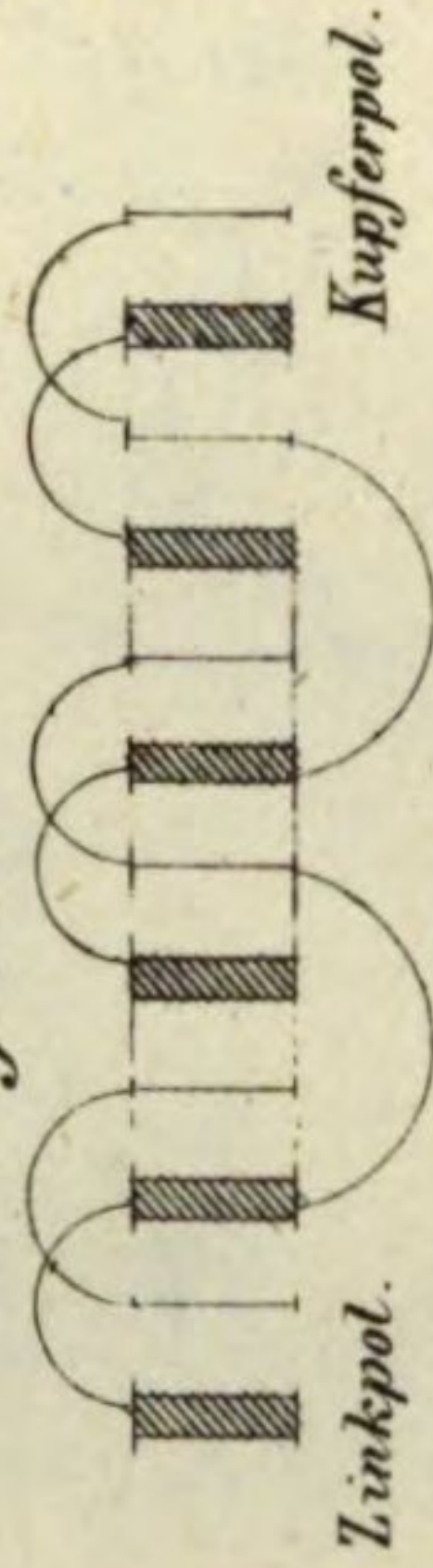


Fig. 50.

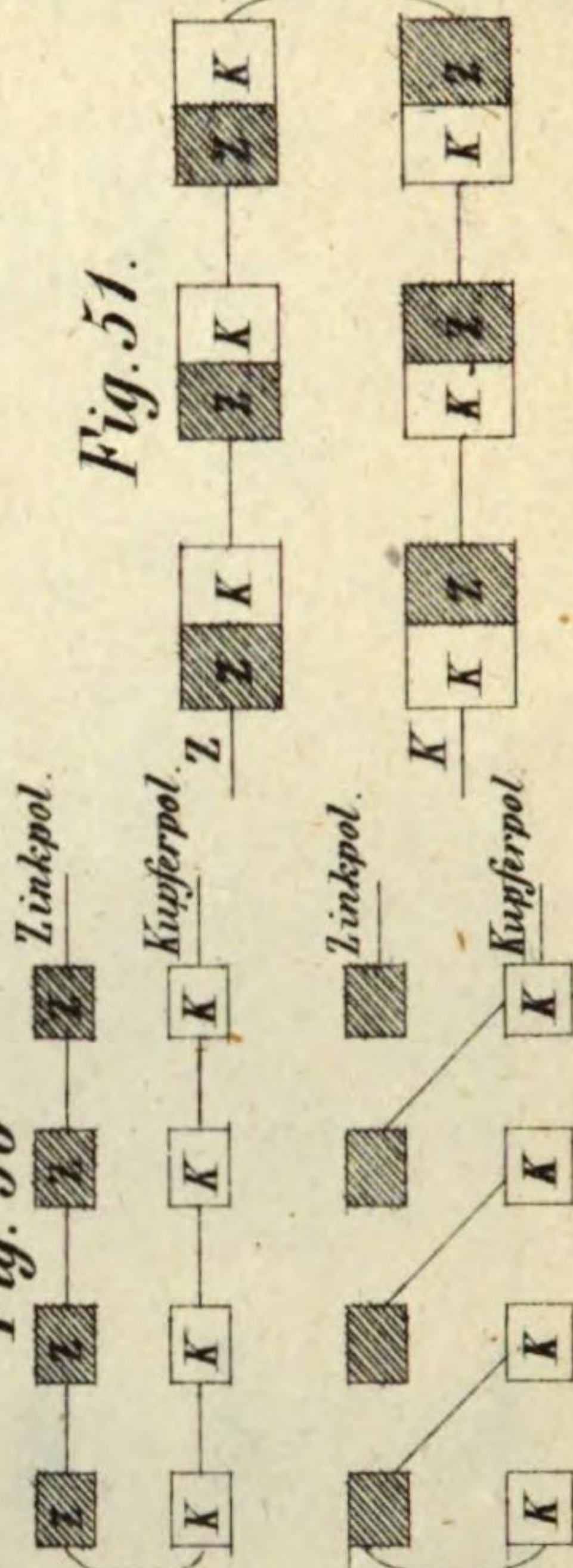
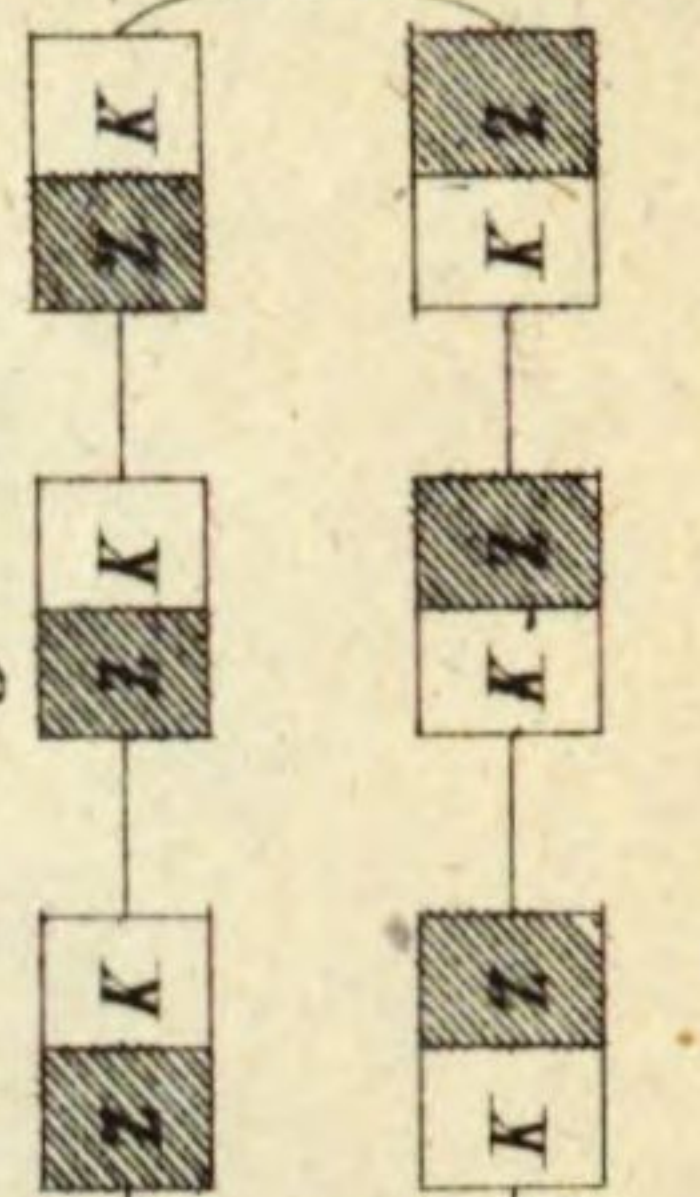


Fig. 51.



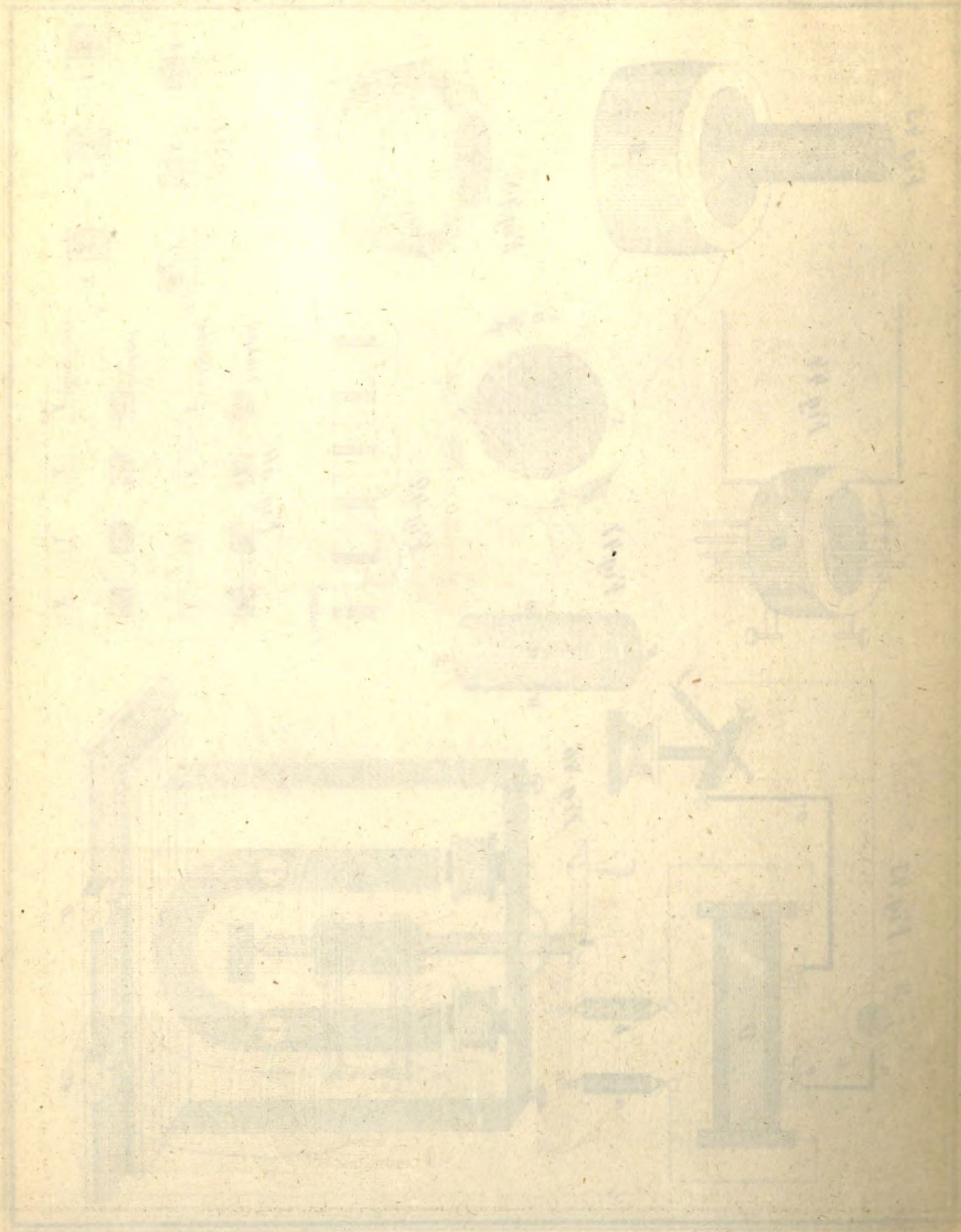


Fig. 52.

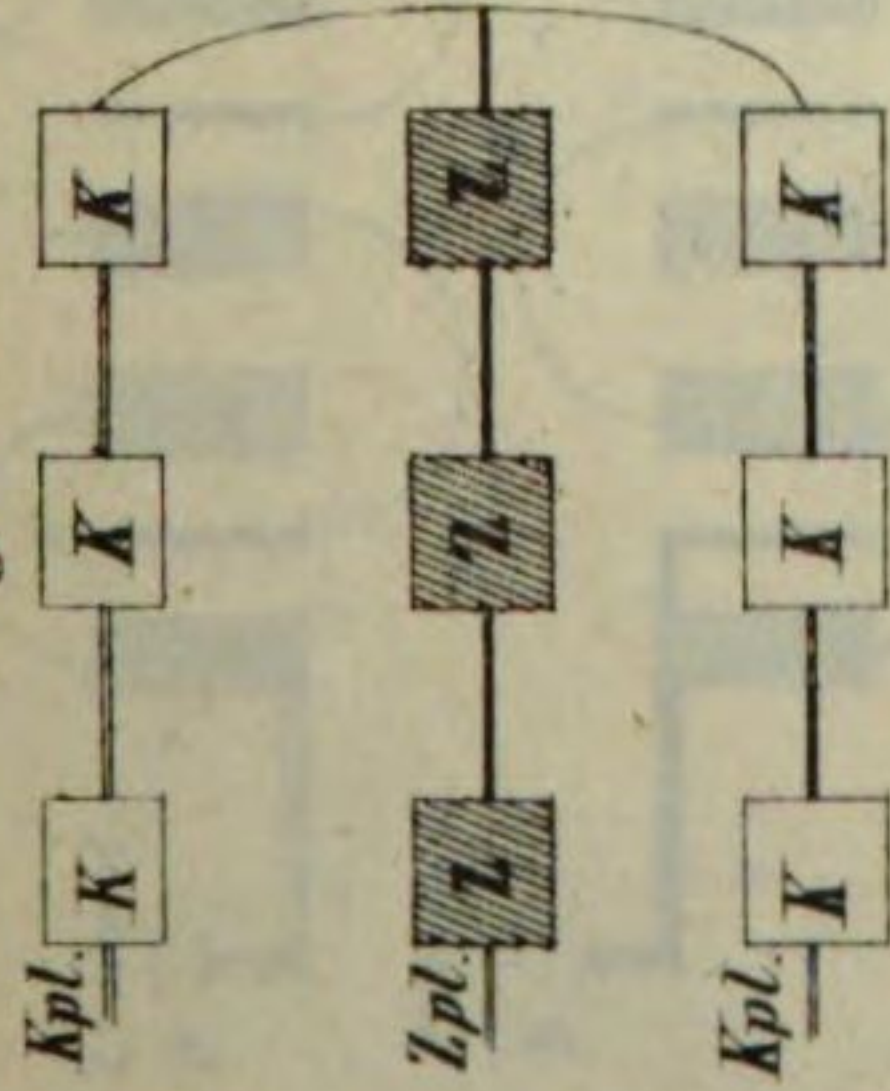


Fig. 53.

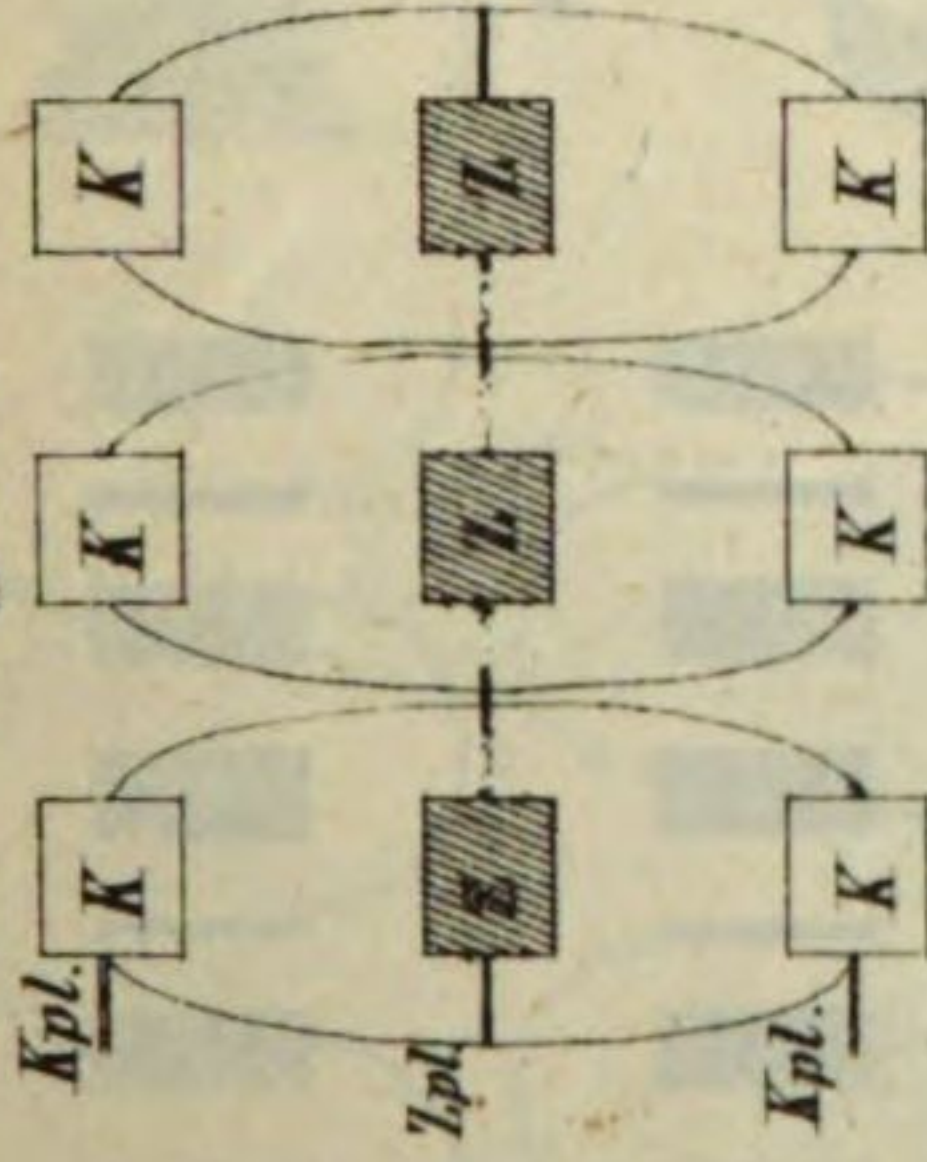


Fig. 56.



Fig. 59.

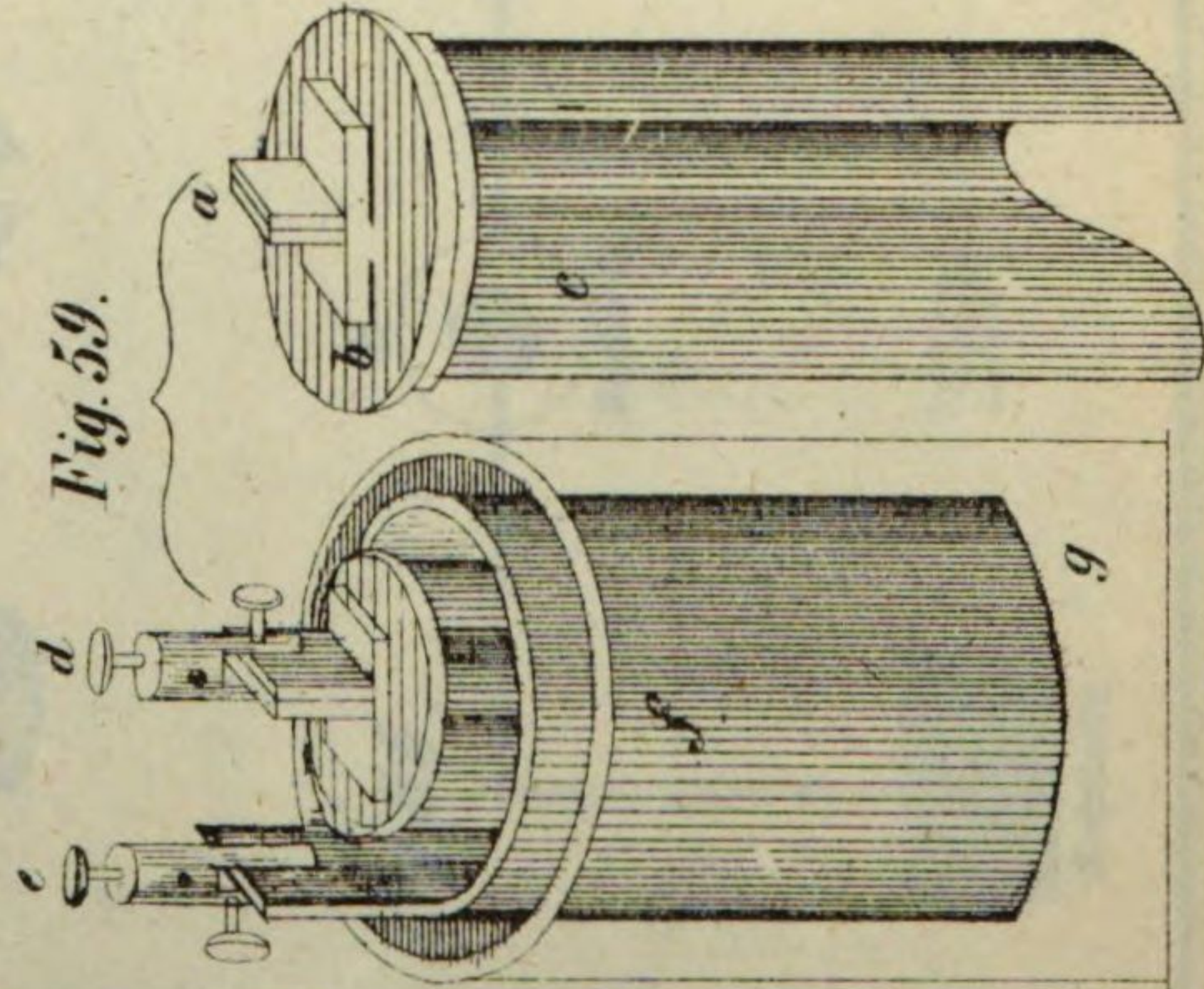


Fig. 57.

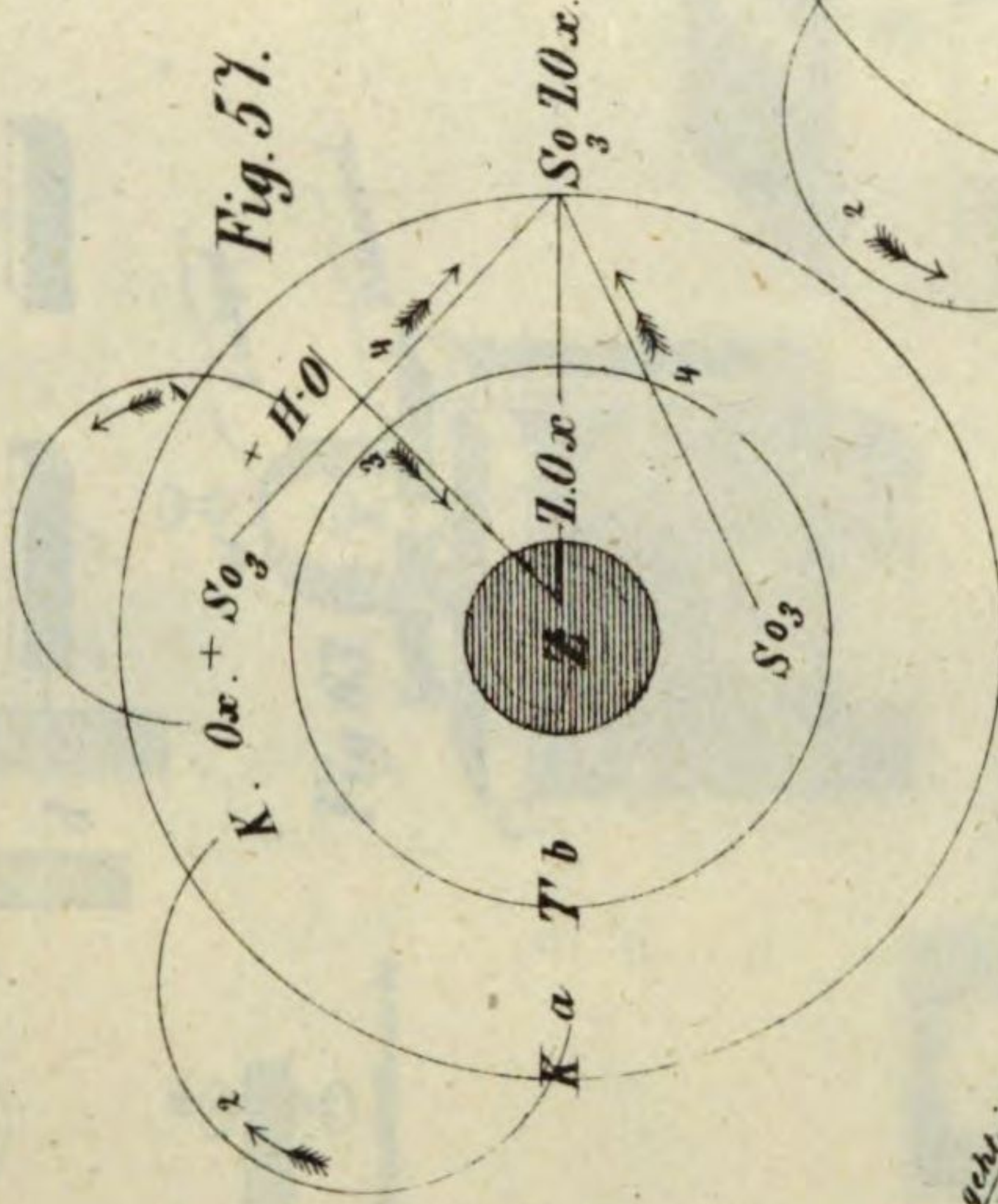


Fig. 58.

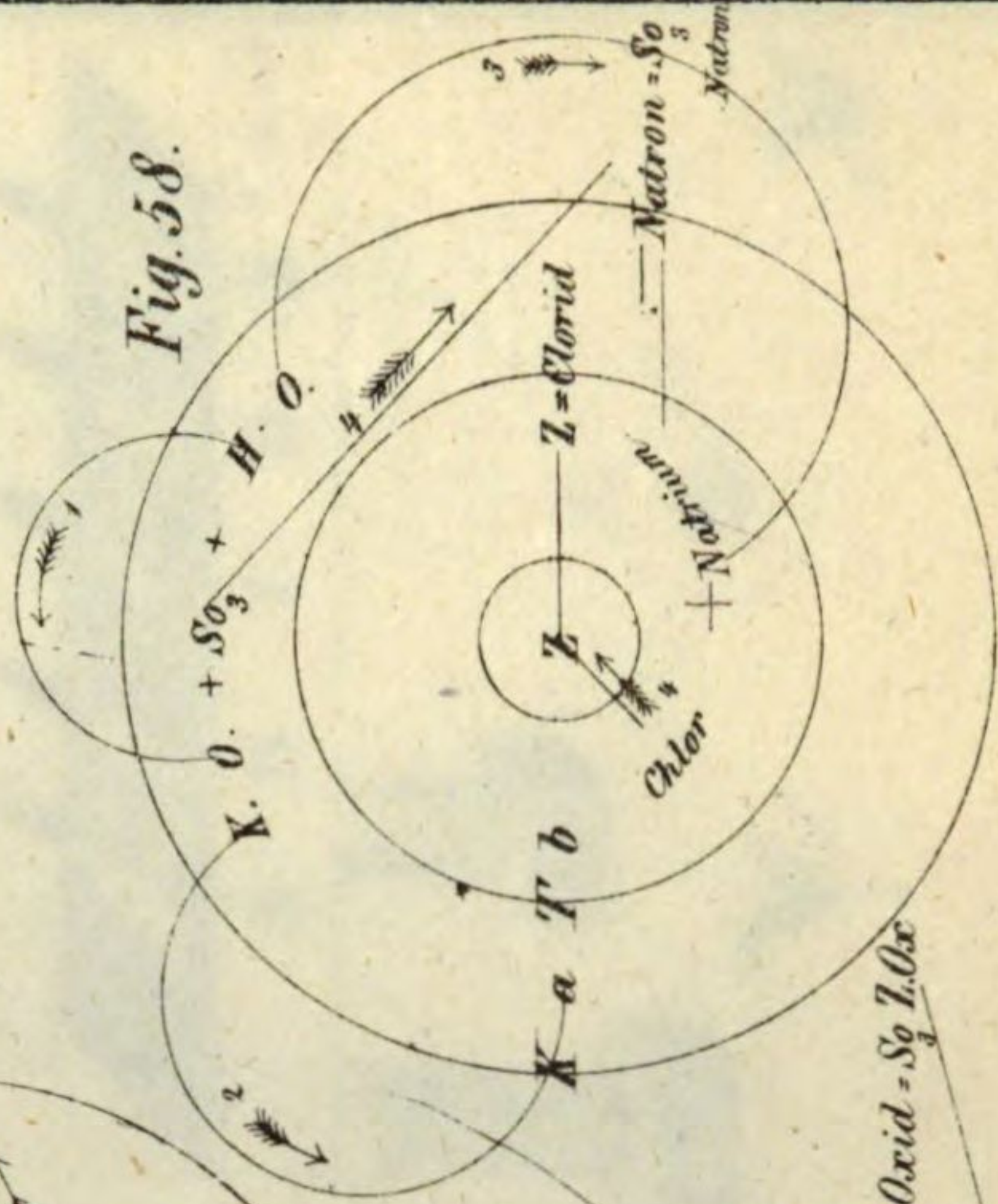


Fig. 60.

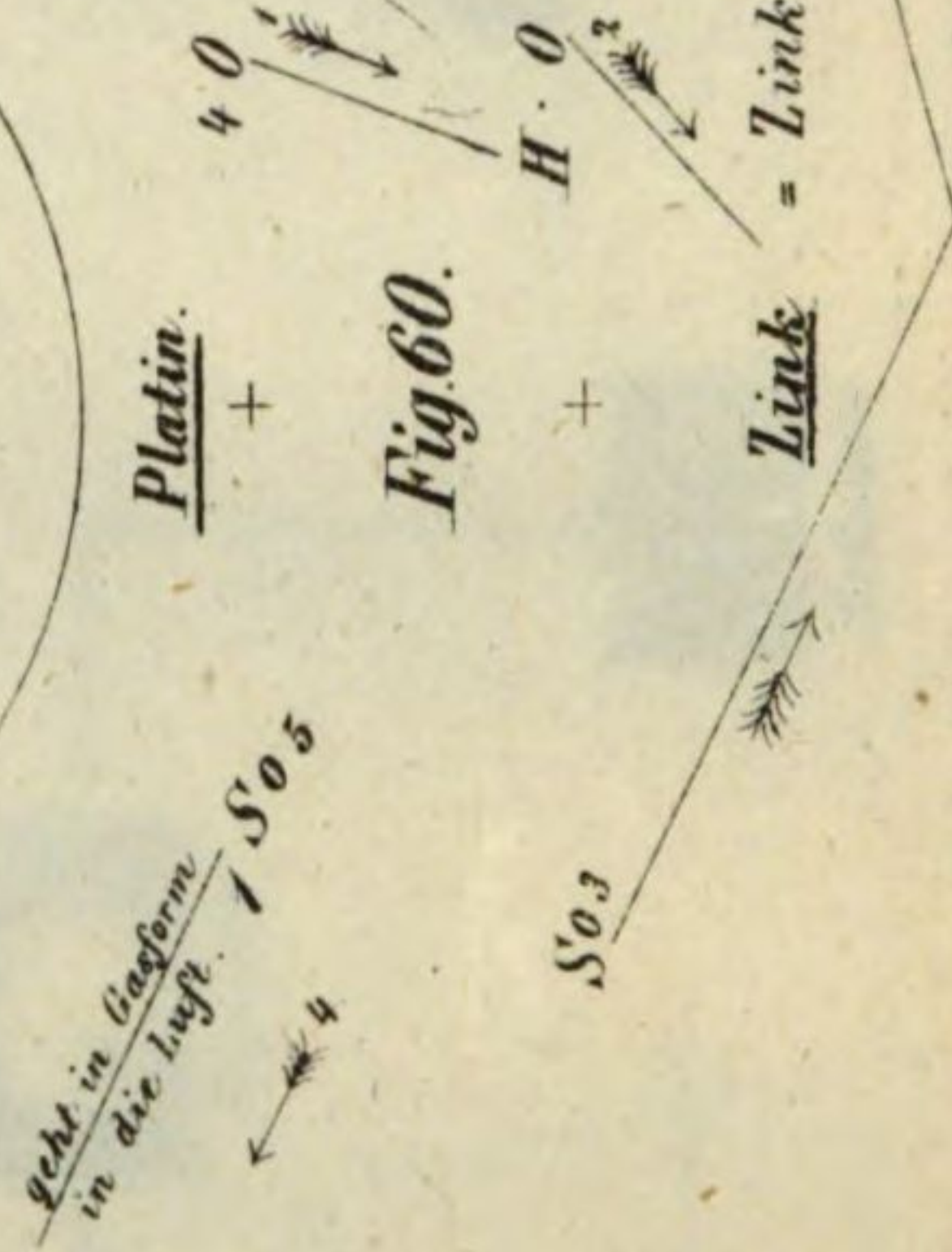


Fig. 55.

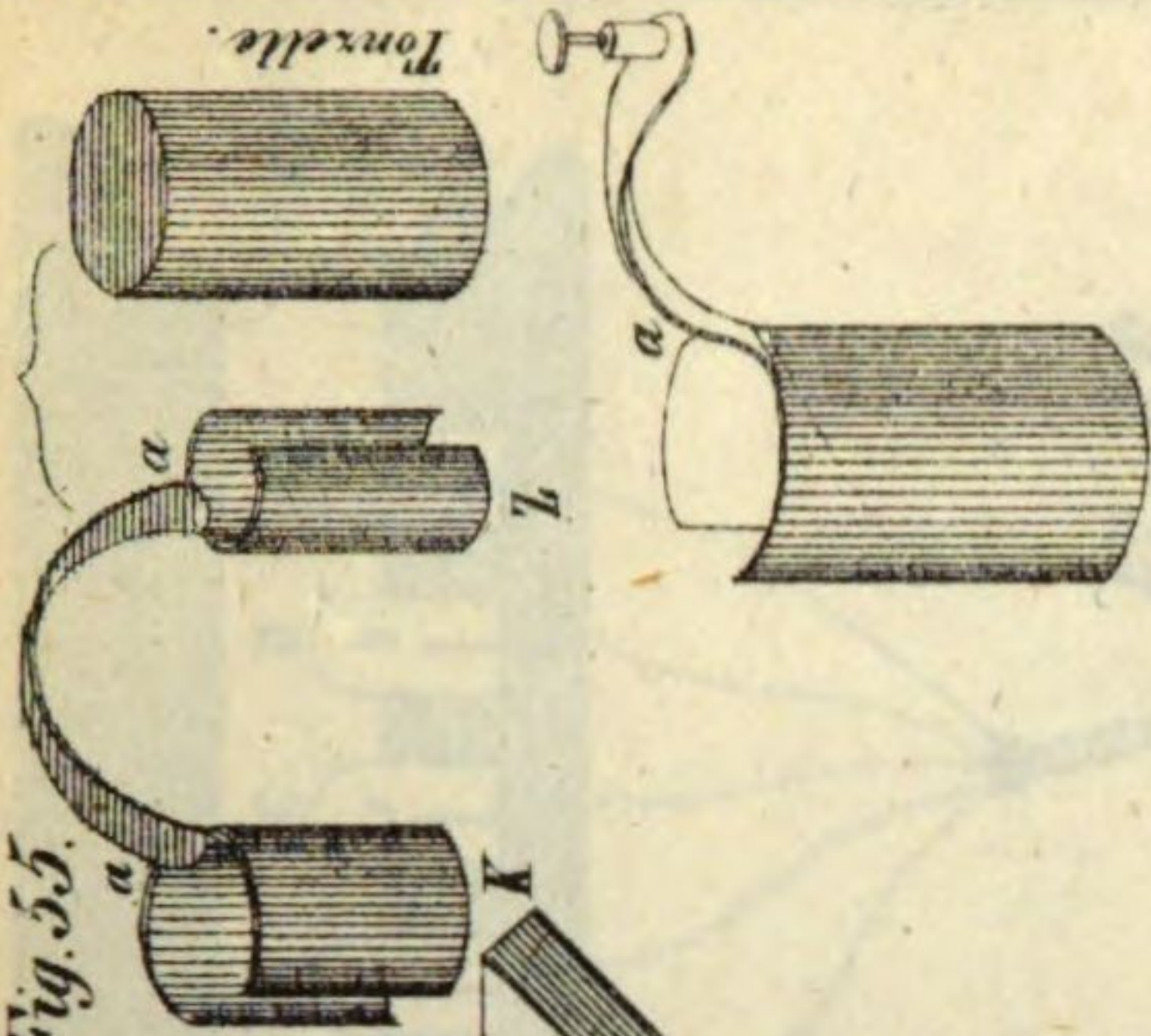


Fig. 54.

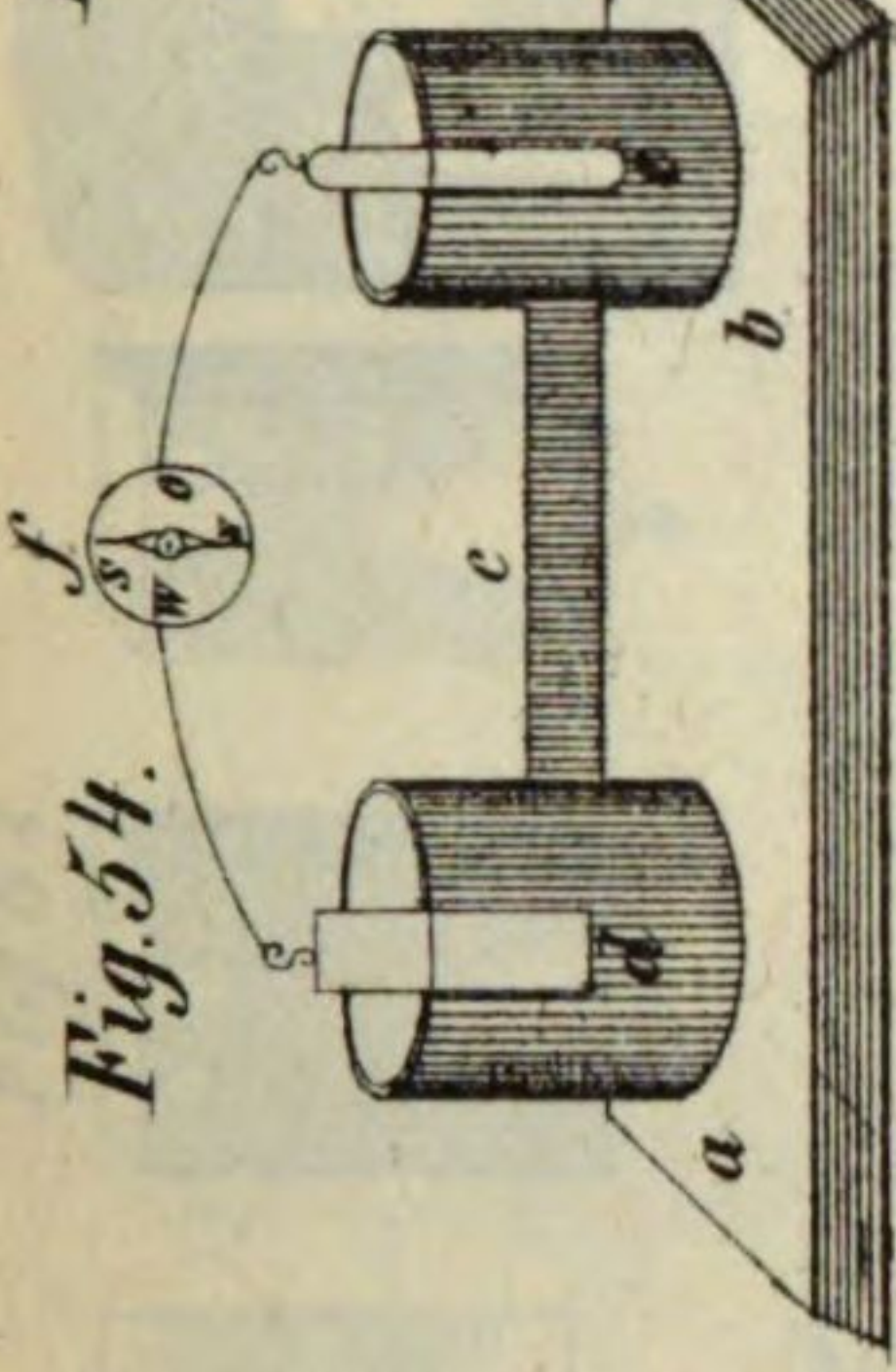


Fig. 61.

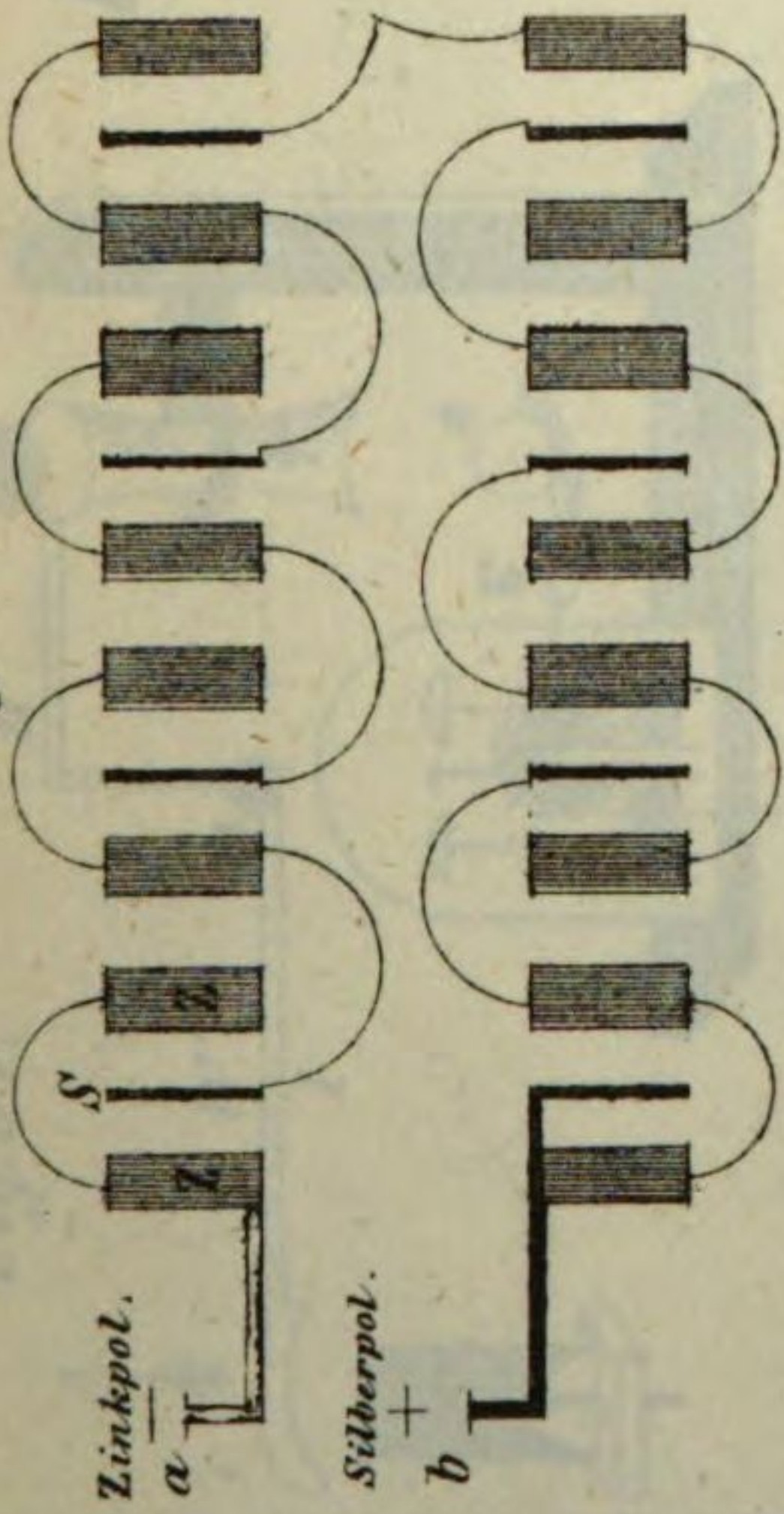


Fig. 62.

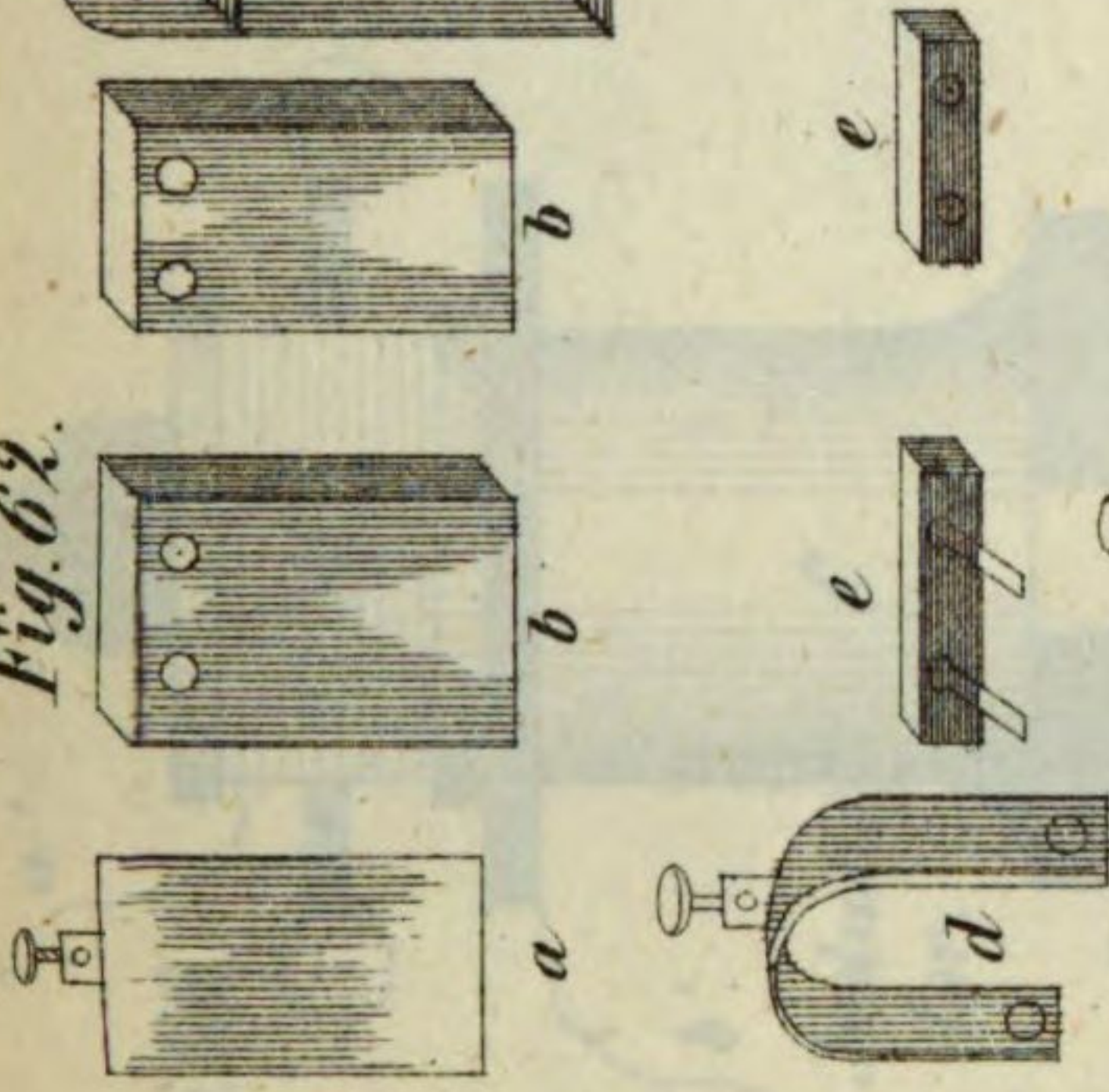


Fig. 64.

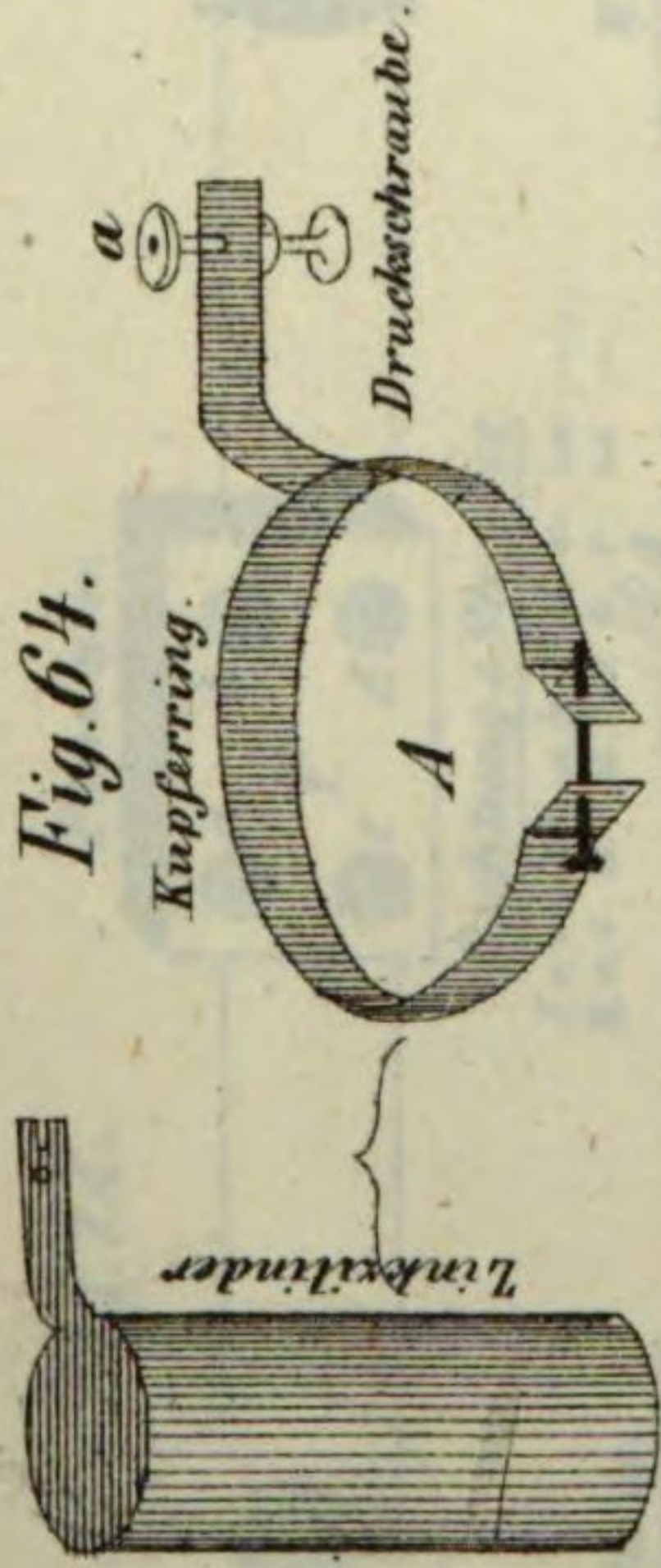


Fig. 66.

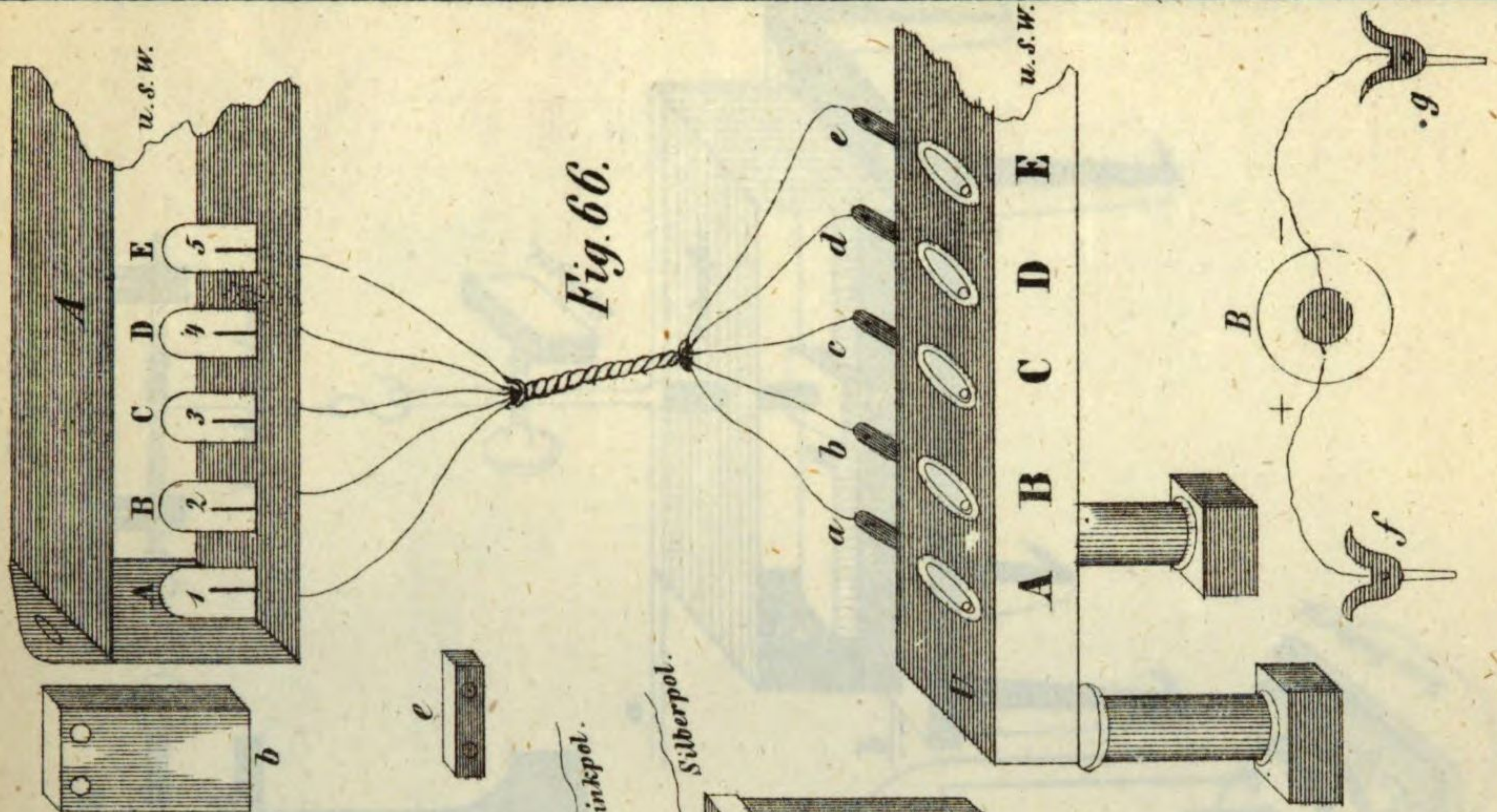


Fig. 63.

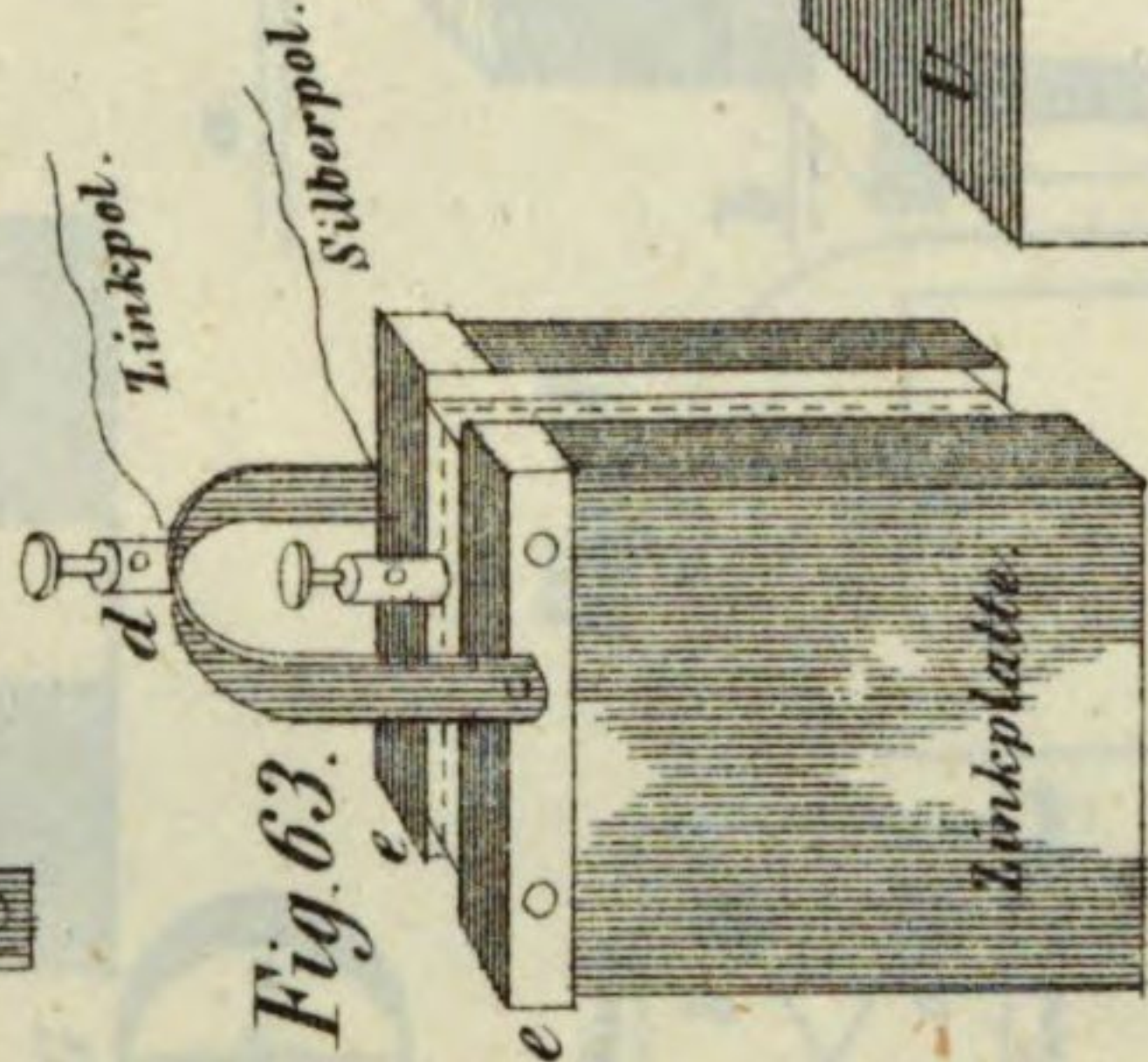
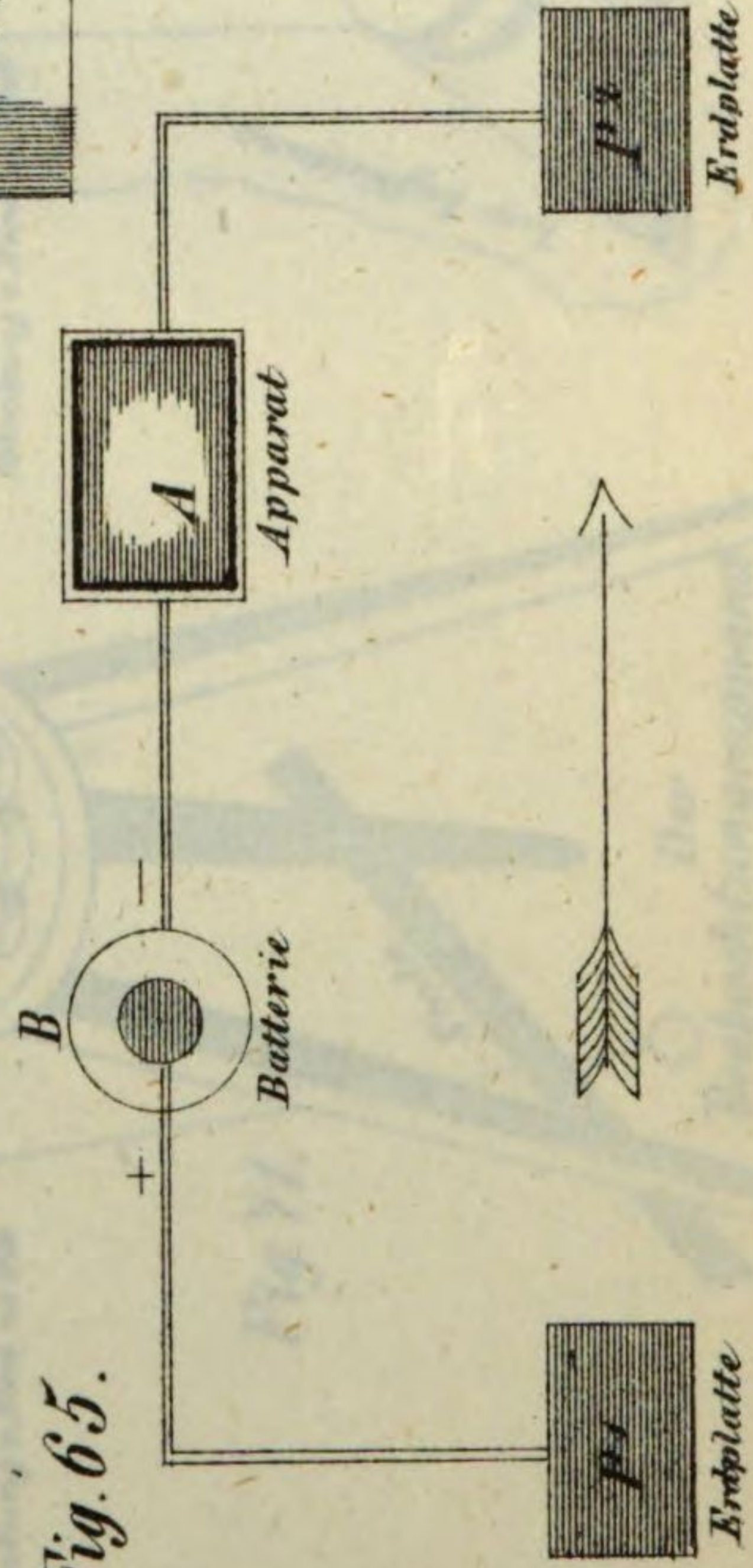


Fig. 65.



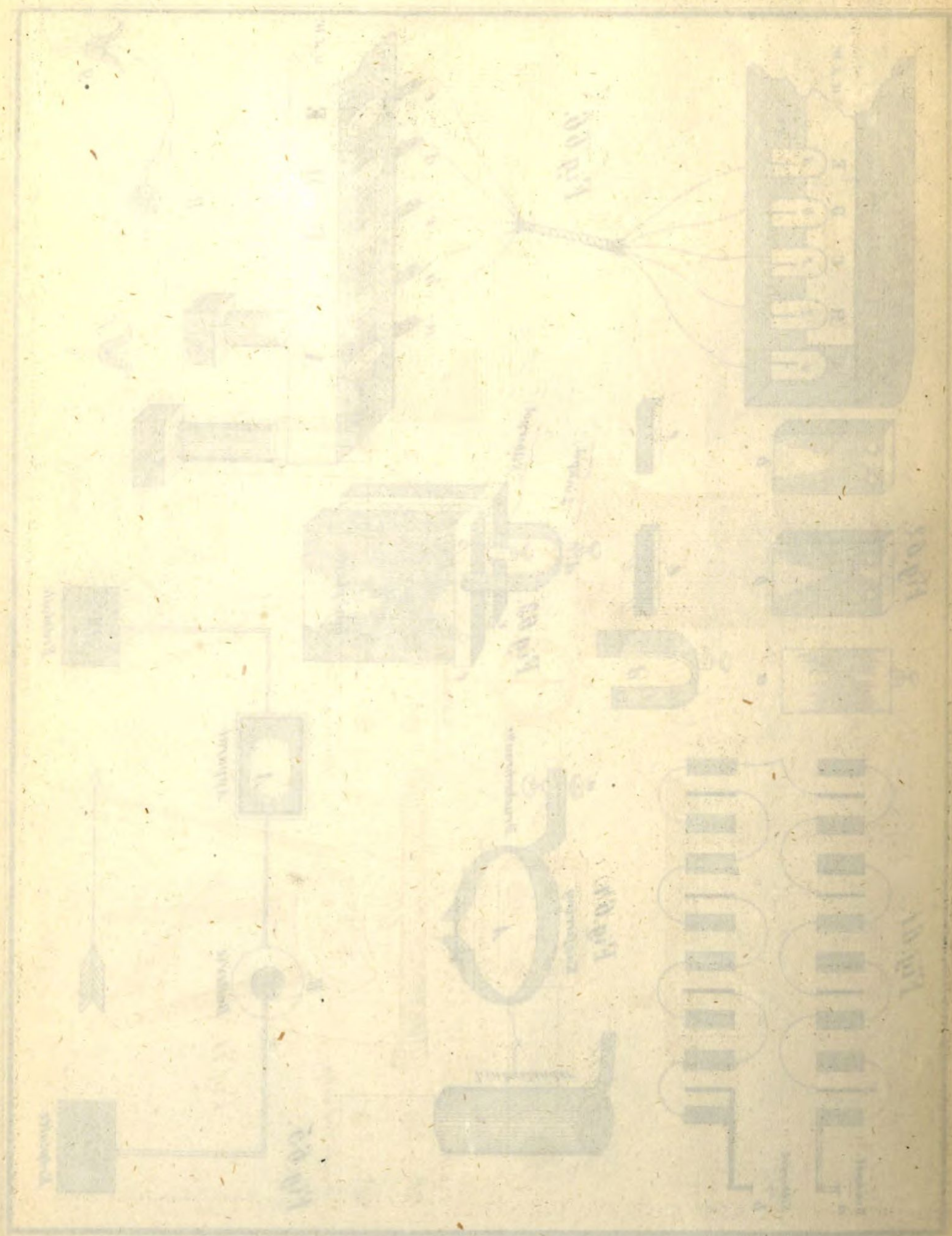


Fig. 67.

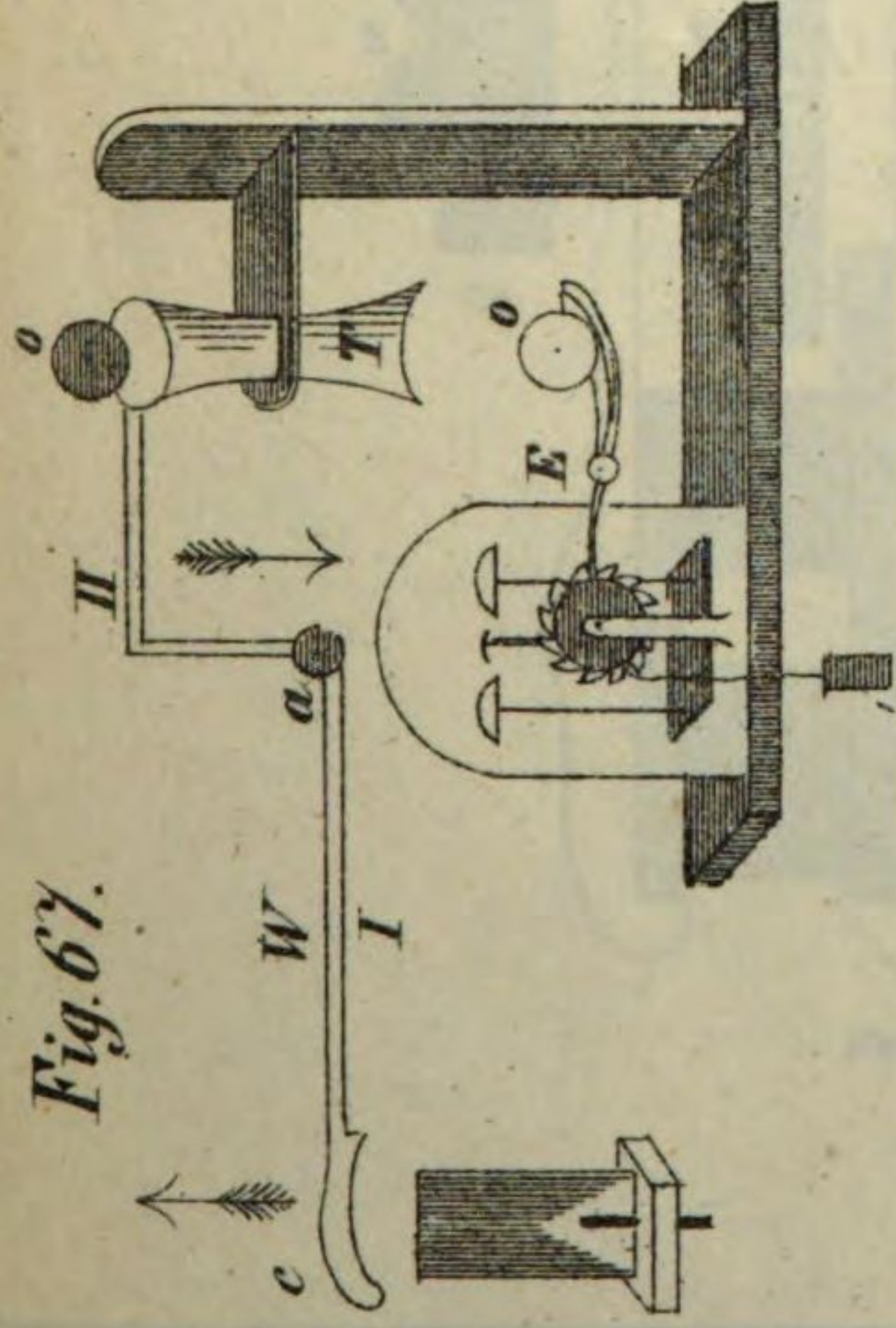


Fig. 69.

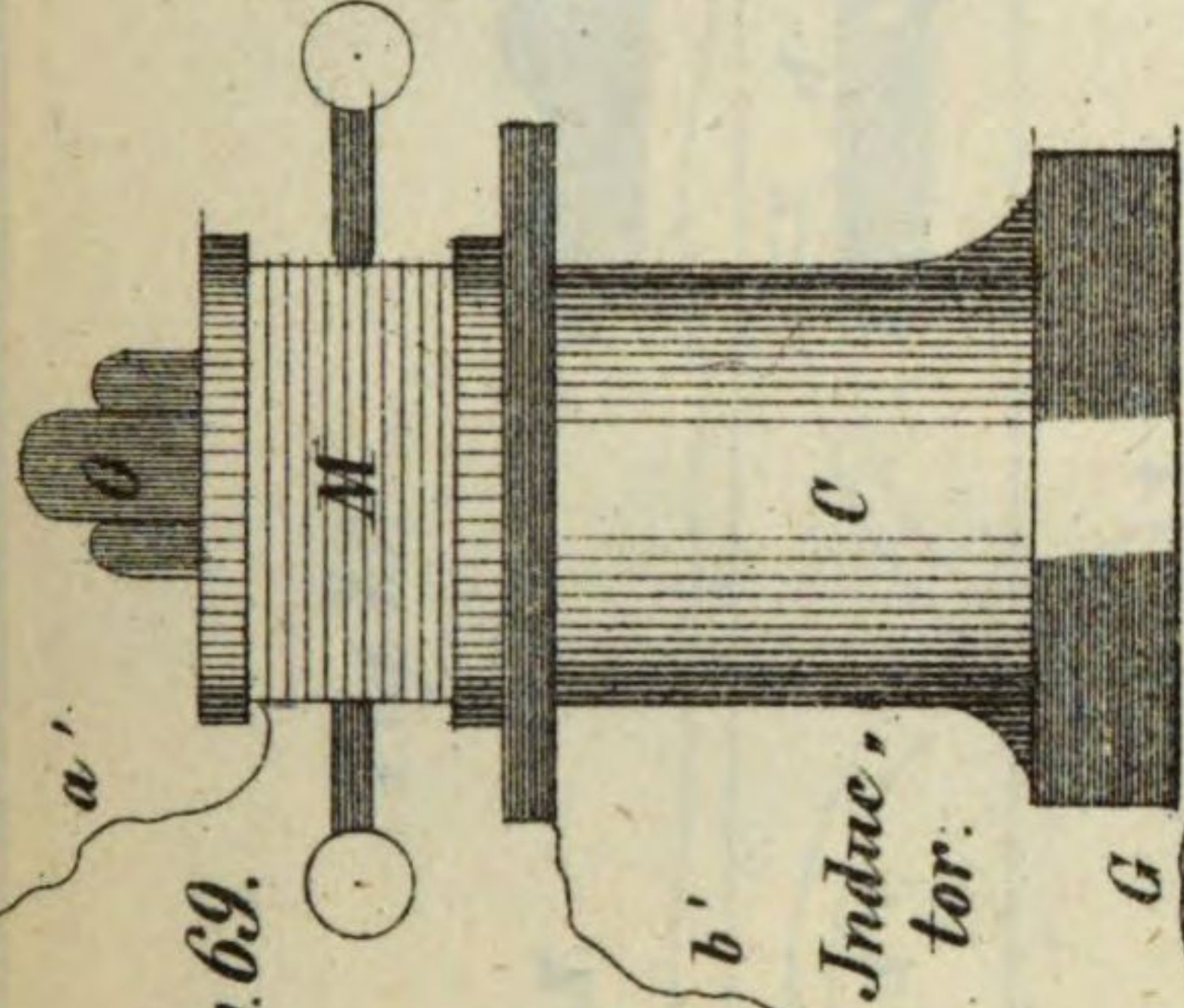


Fig. 70.

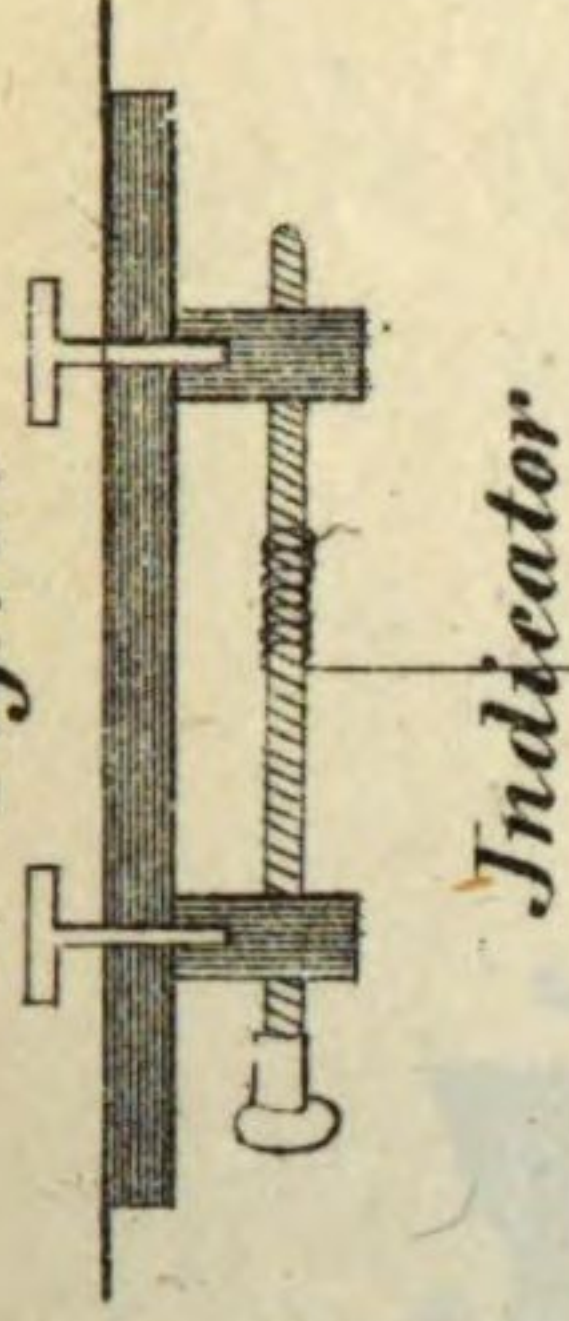
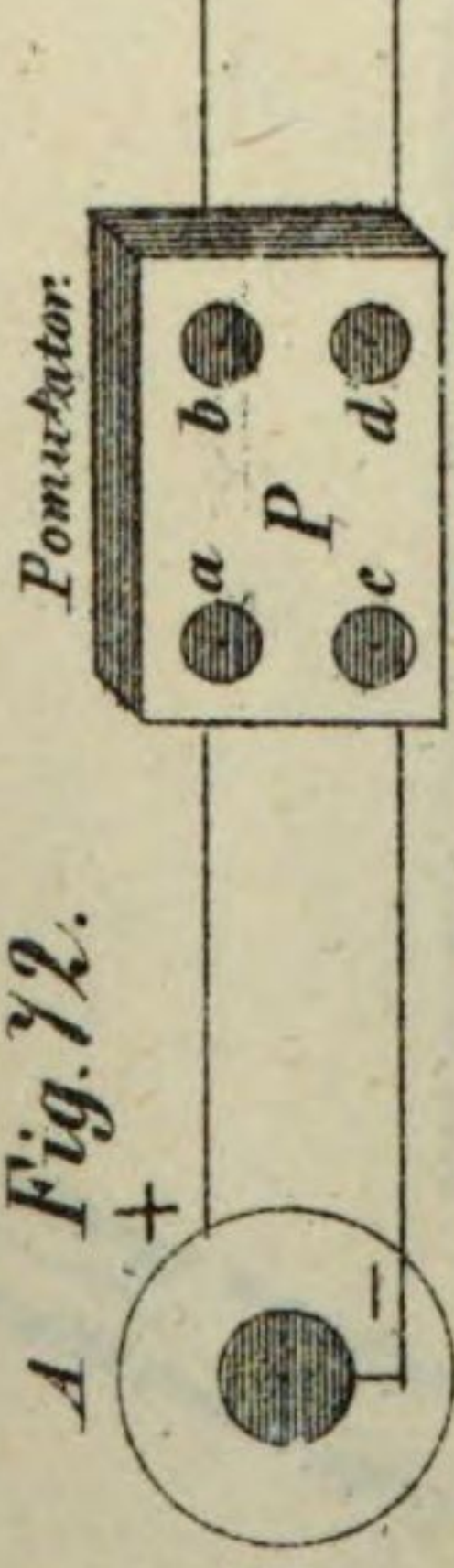


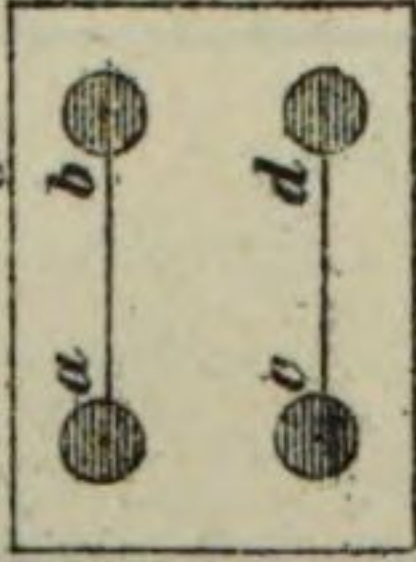
Fig. 72.



Richtung a. Stromes.

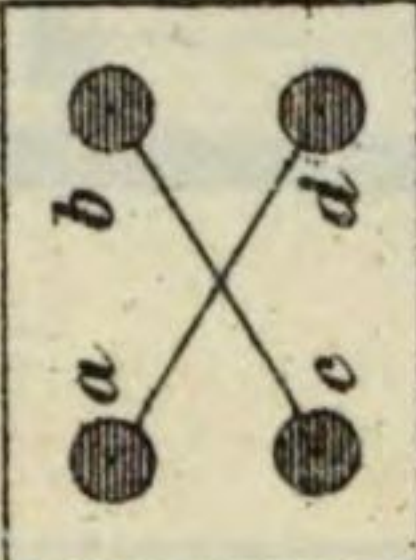
I. v. + nach a. b. G. d. e. zu -
II. v. + a. d. G. b. e. zu -

I Stellung.



Ablenkung v. Nord. zu Ost

II Stellung.



Ablenkung v. Nord. zu West

Fig. 68.

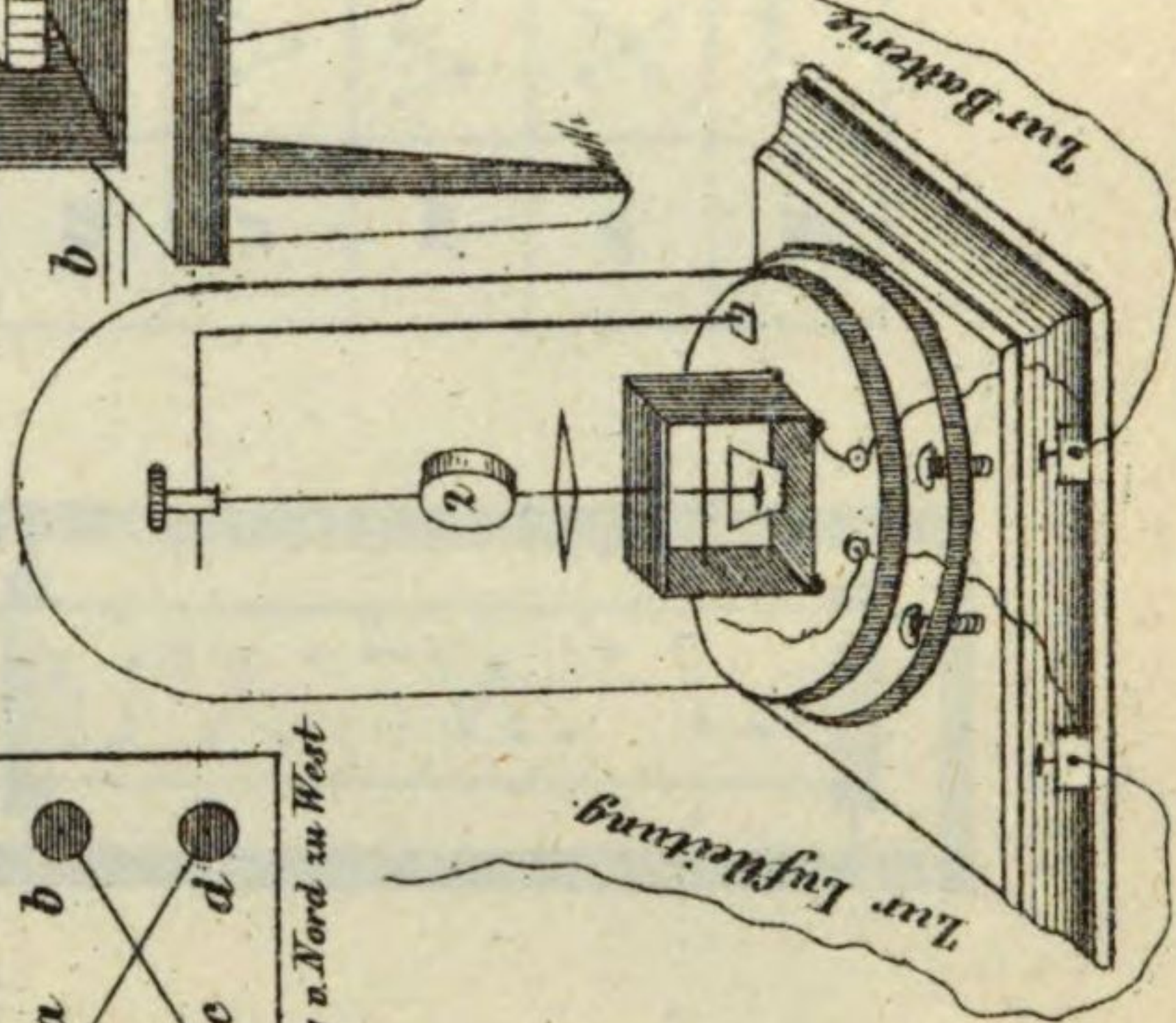
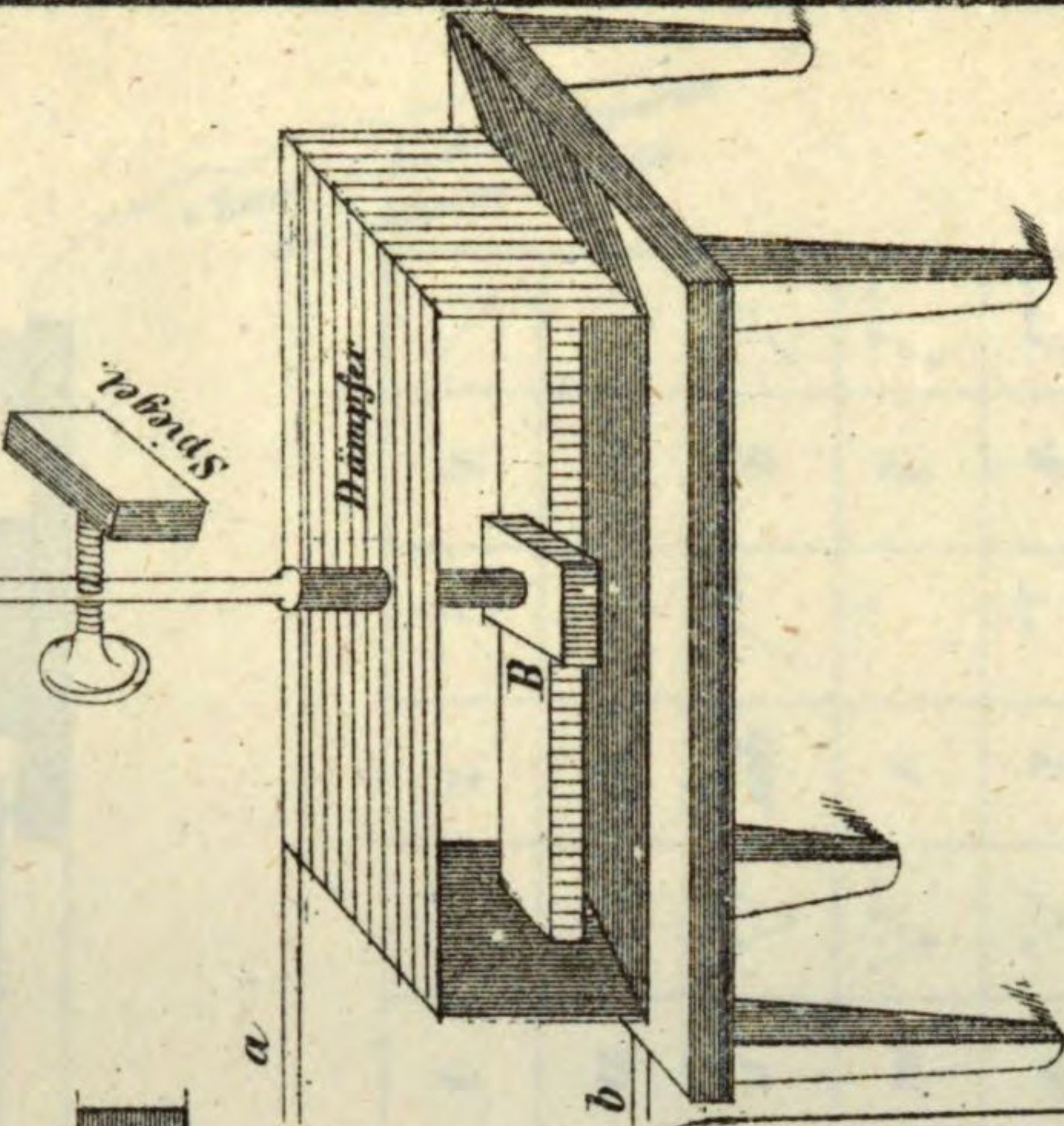
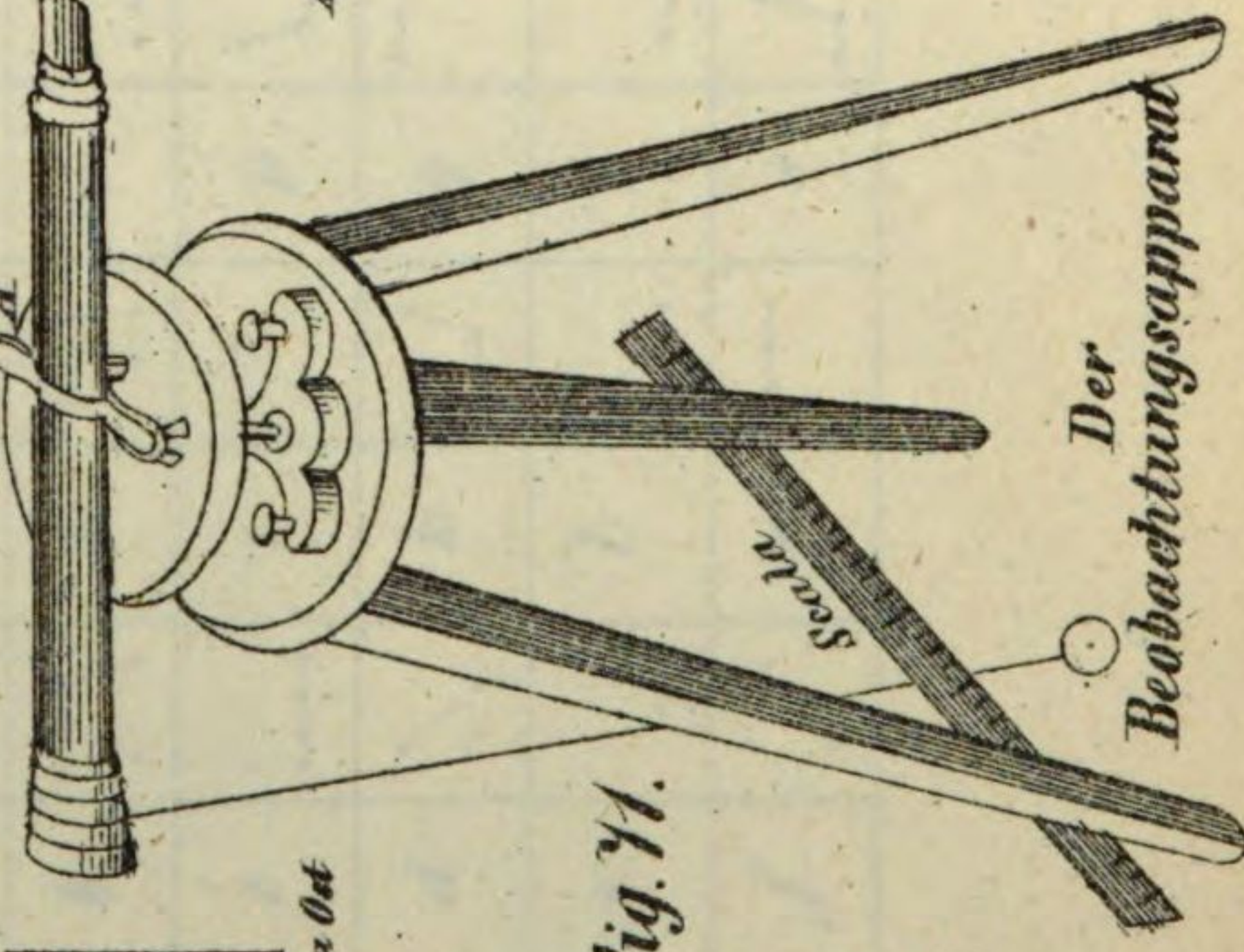


Fig. 71.



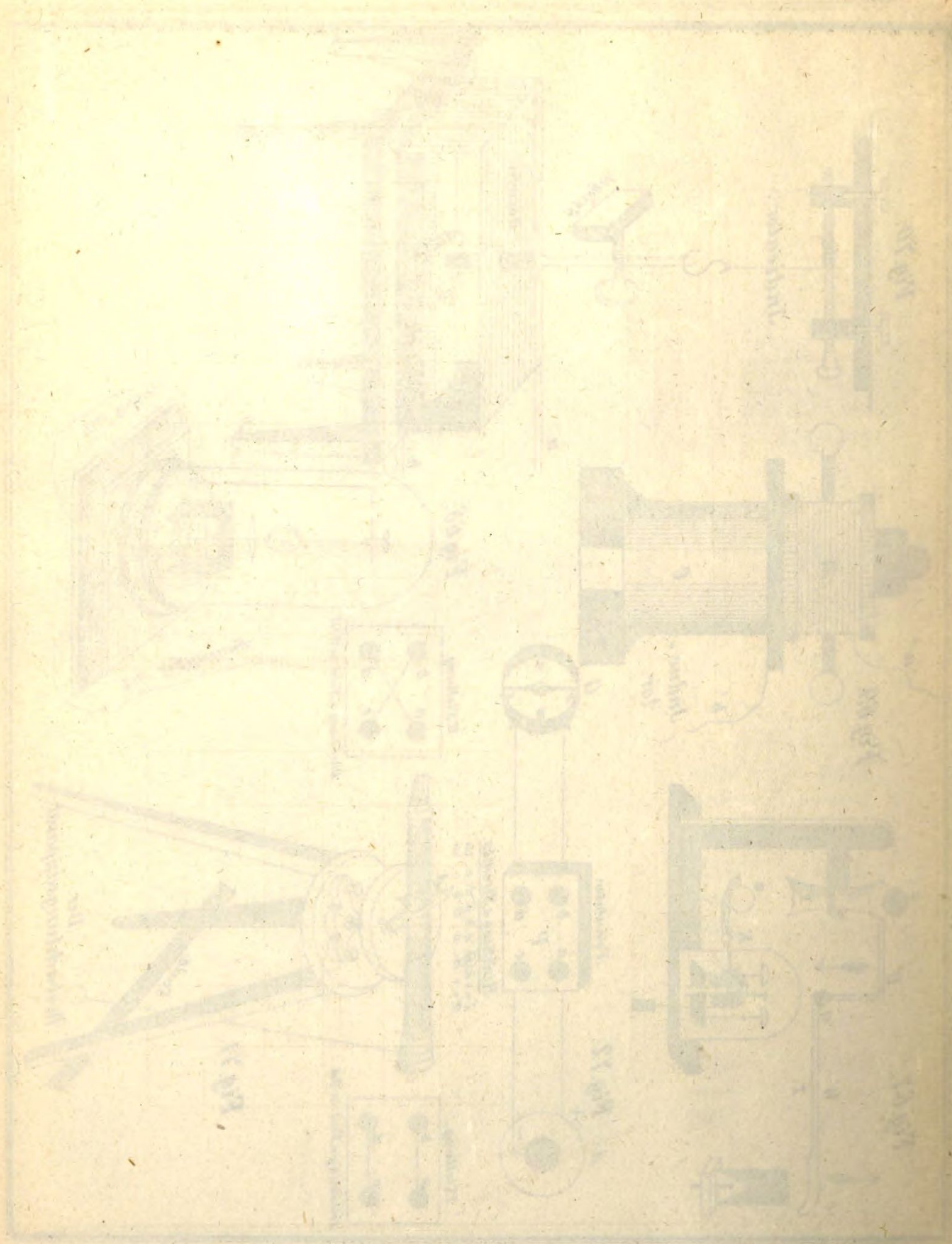
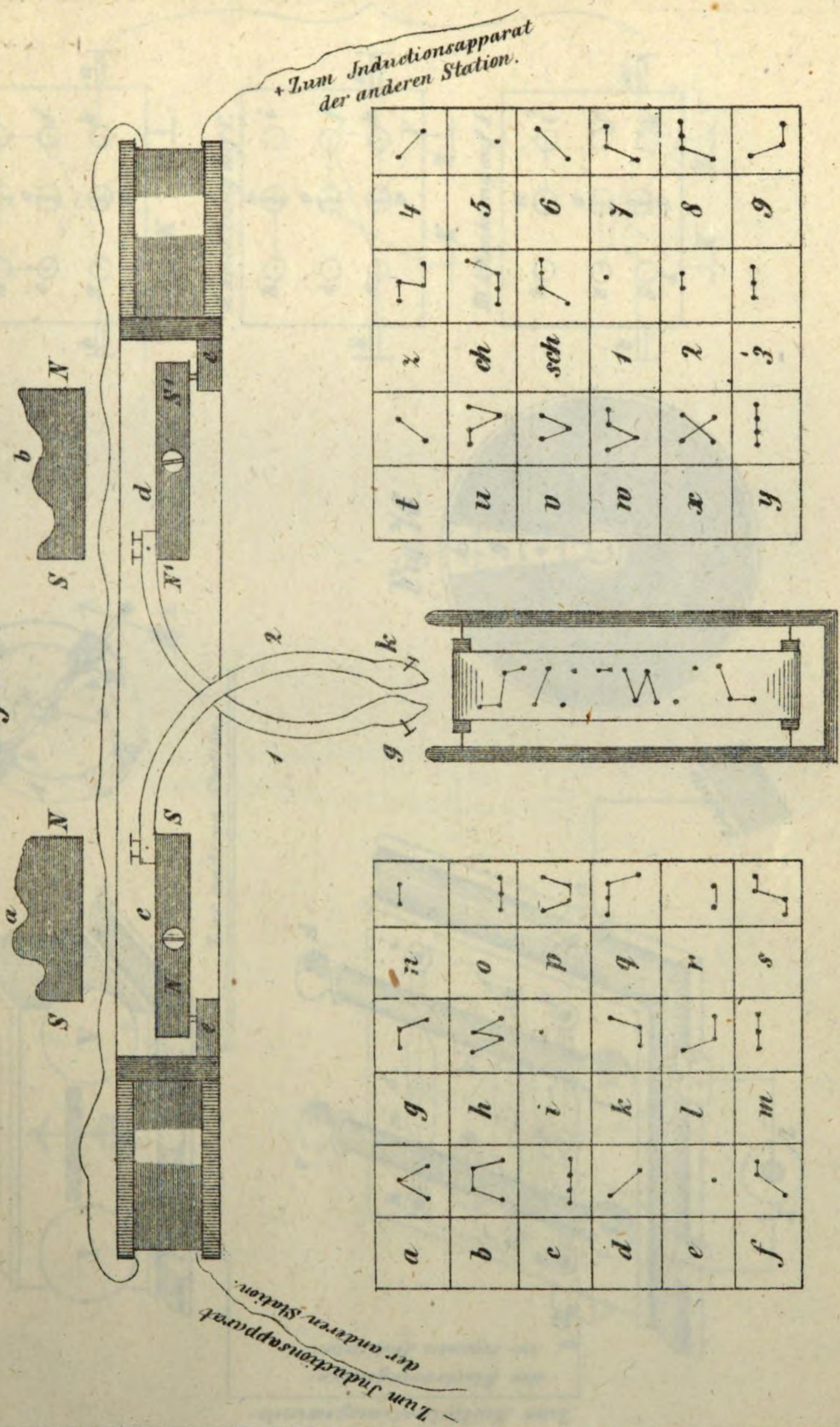


Fig. 13.



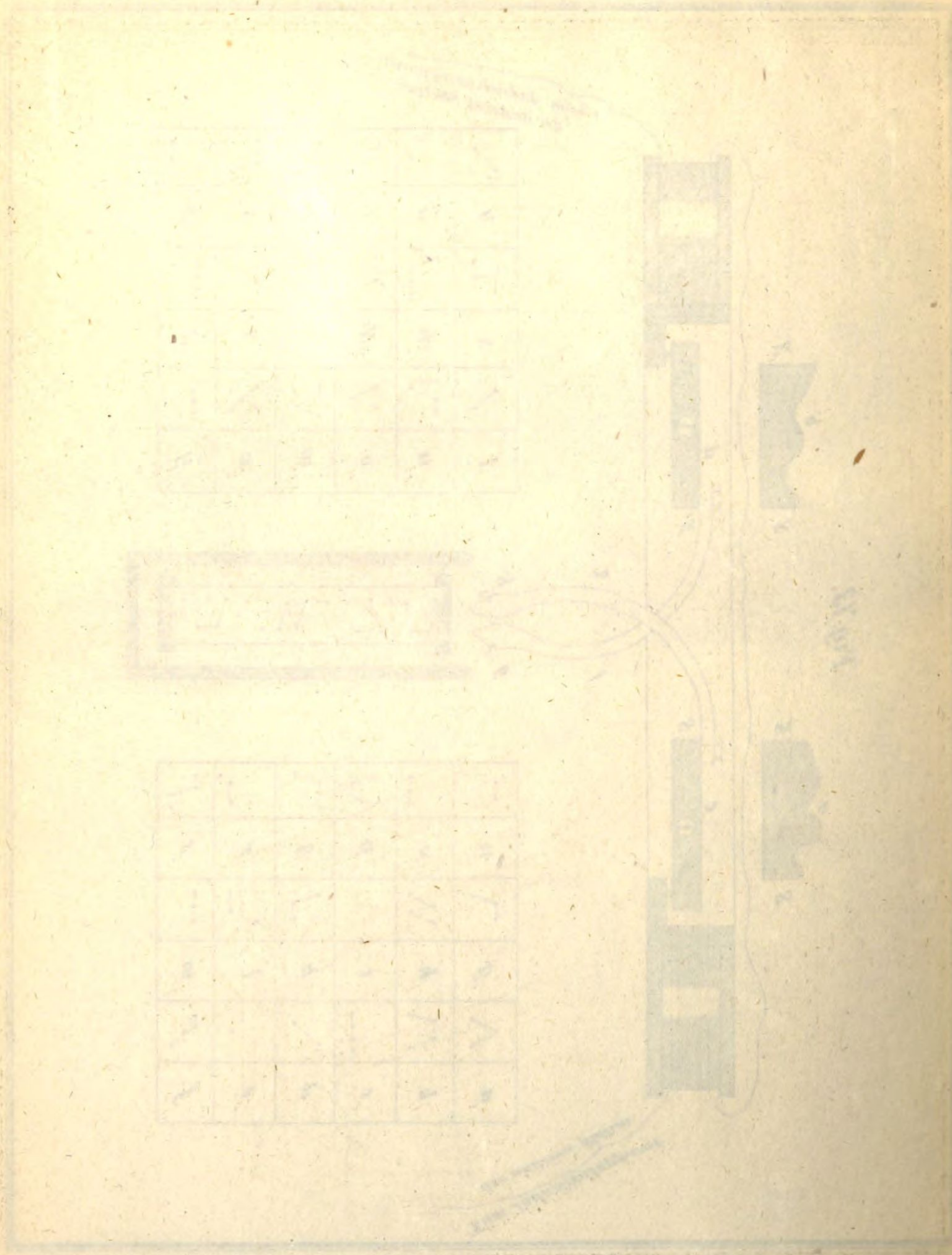


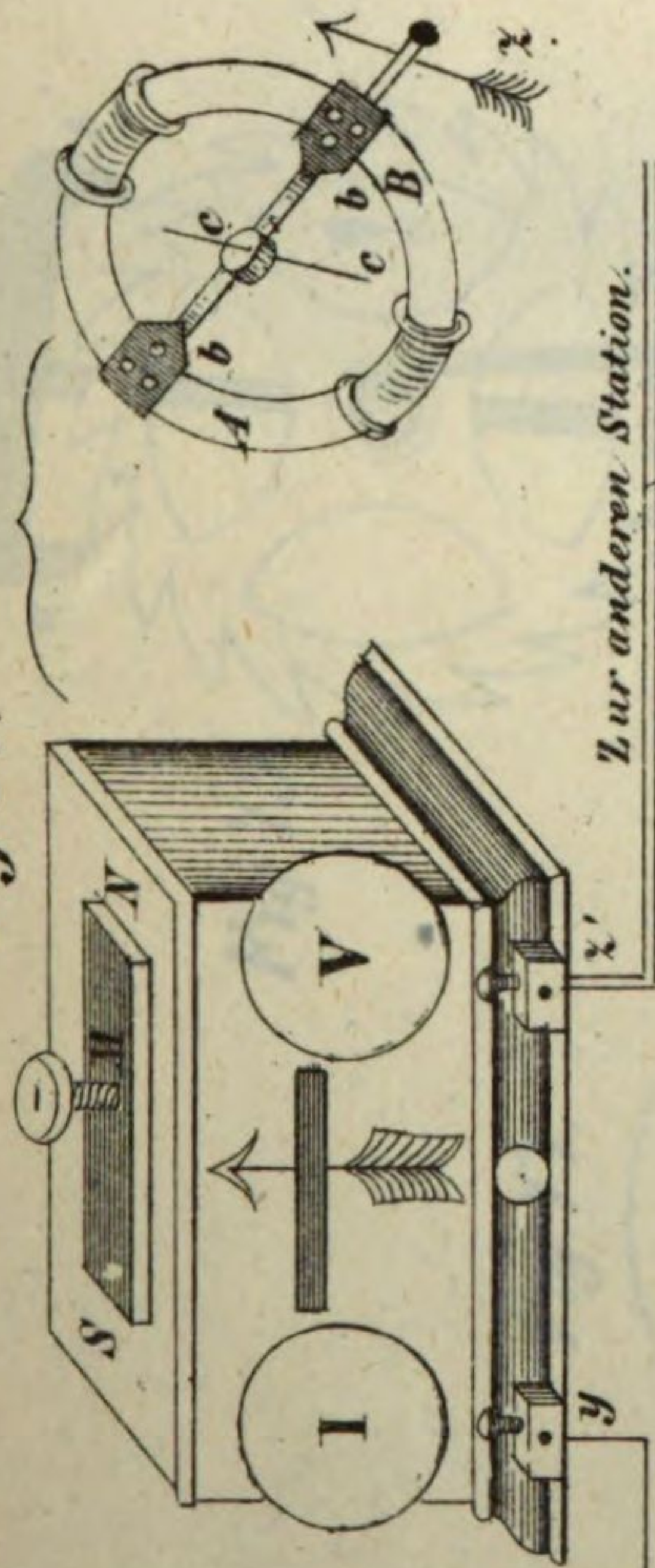
Table with 4 columns and 6 rows. The content is extremely faint and illegible.

Table with 4 columns and 2 rows. The content is extremely faint and illegible.

Table with 4 columns and 8 rows. The content is extremely faint and illegible.



Fig. 74.



Zum Multiplikationsgeräthe
des Electromagneten
im eigenen Indicator.

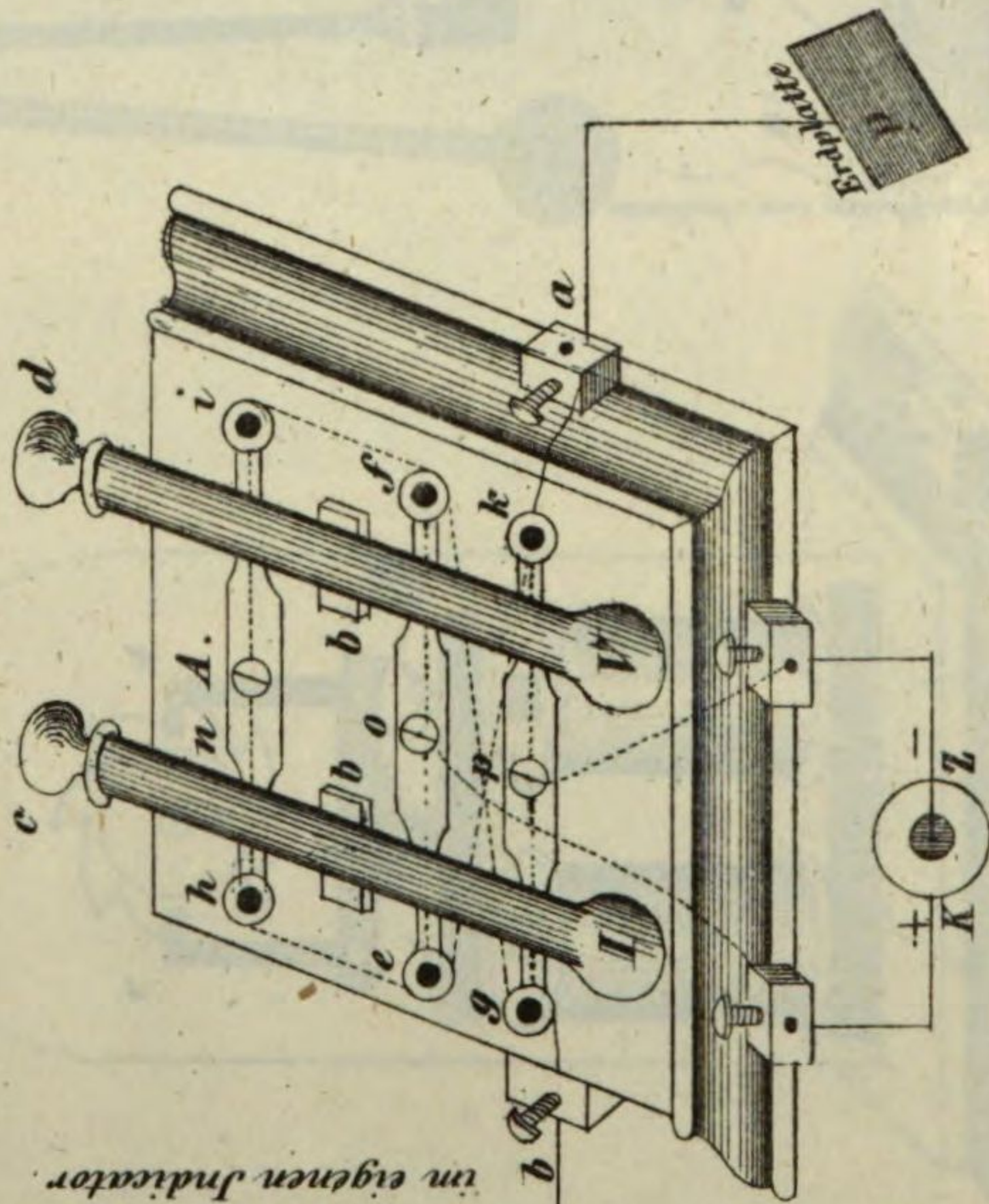


Fig. 75.

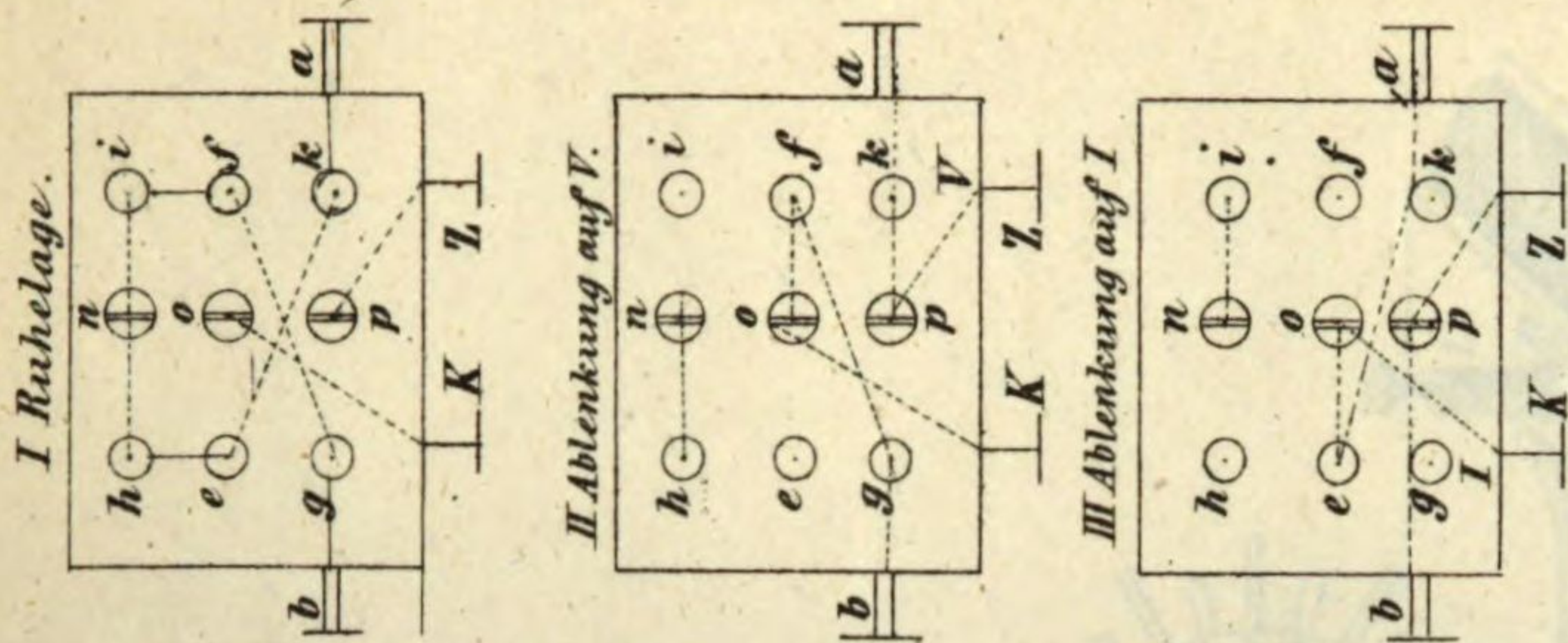
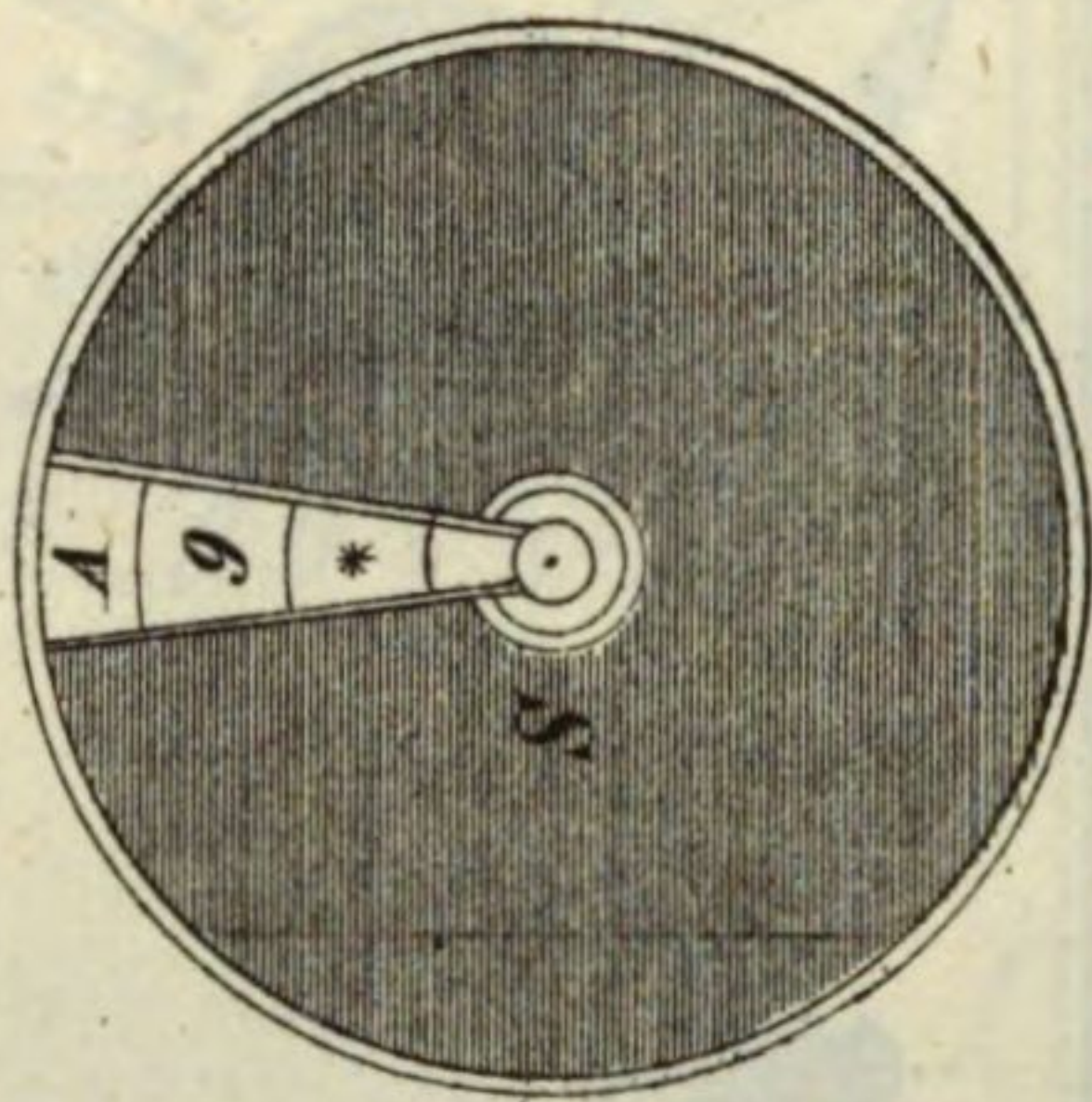


Fig. 76.



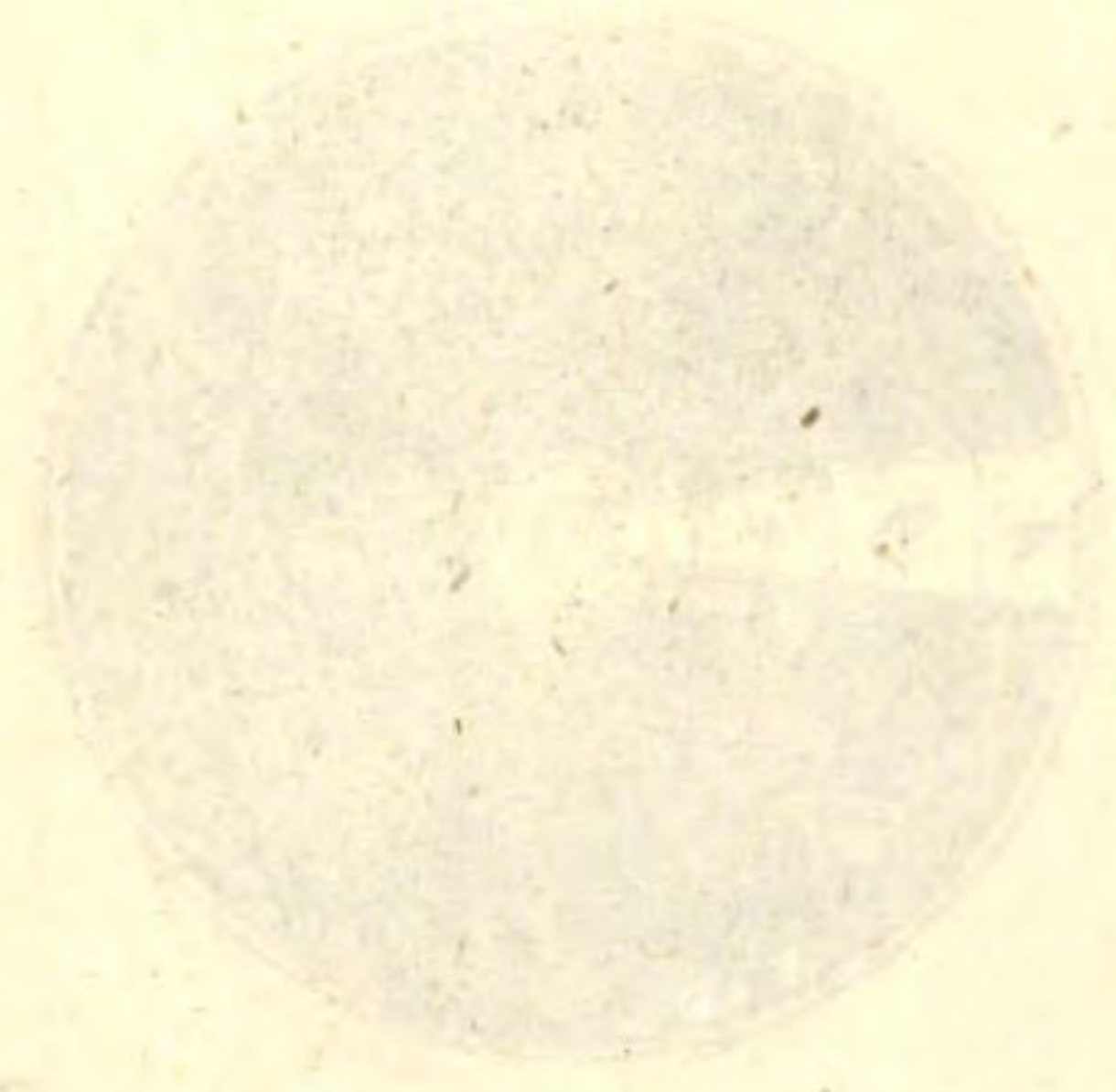


Fig. 3



Fig. 5

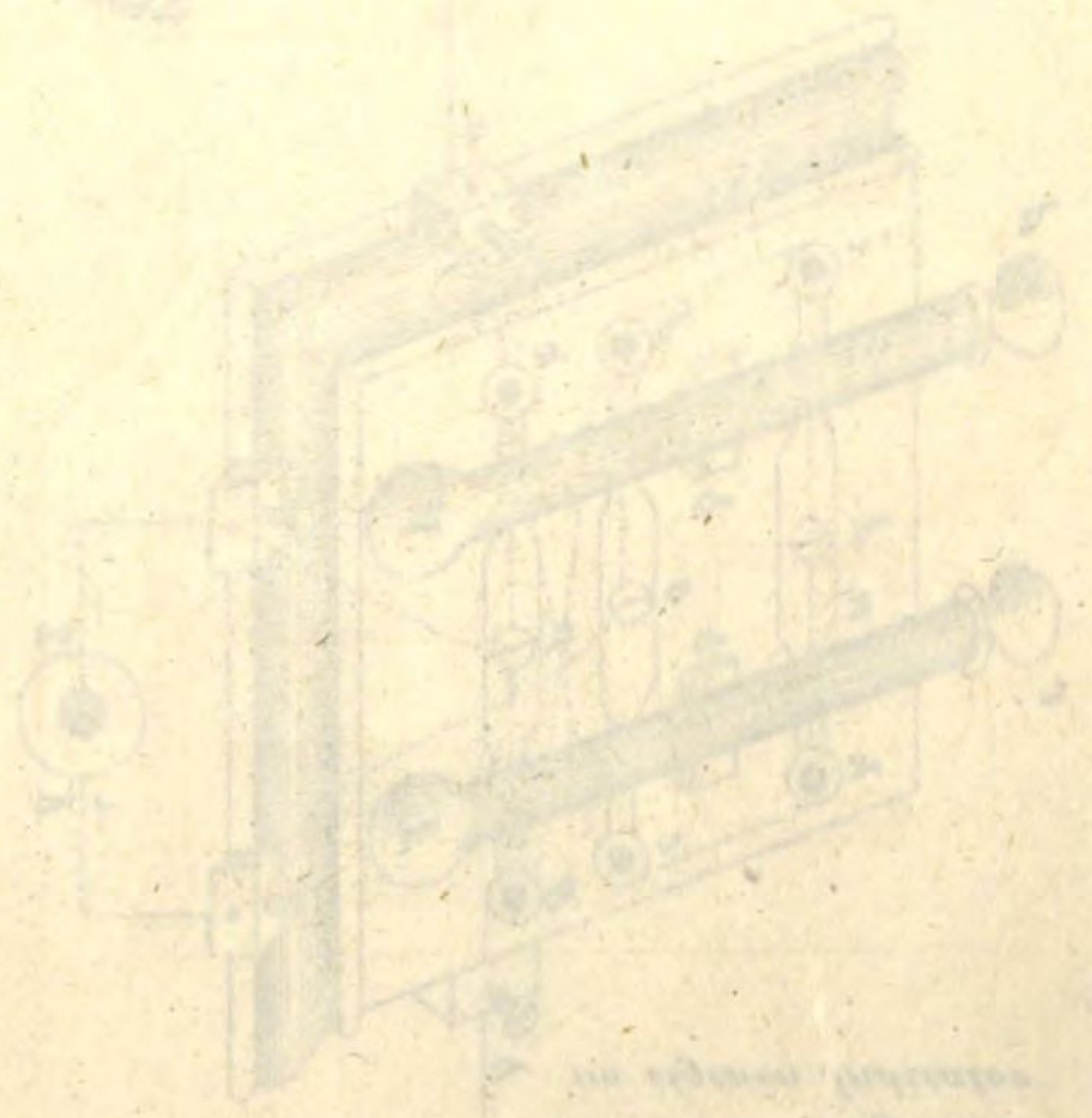
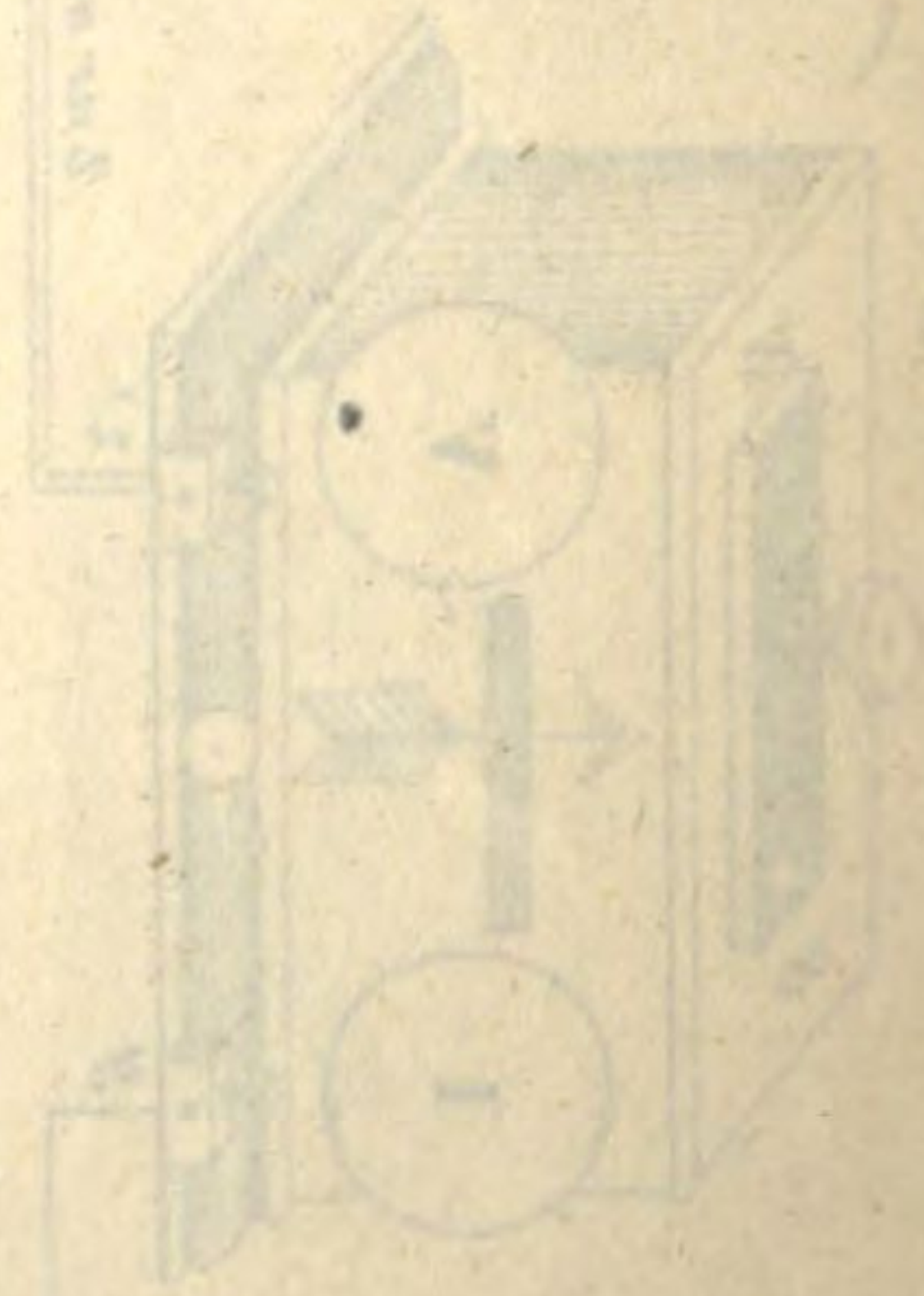


Fig. 8

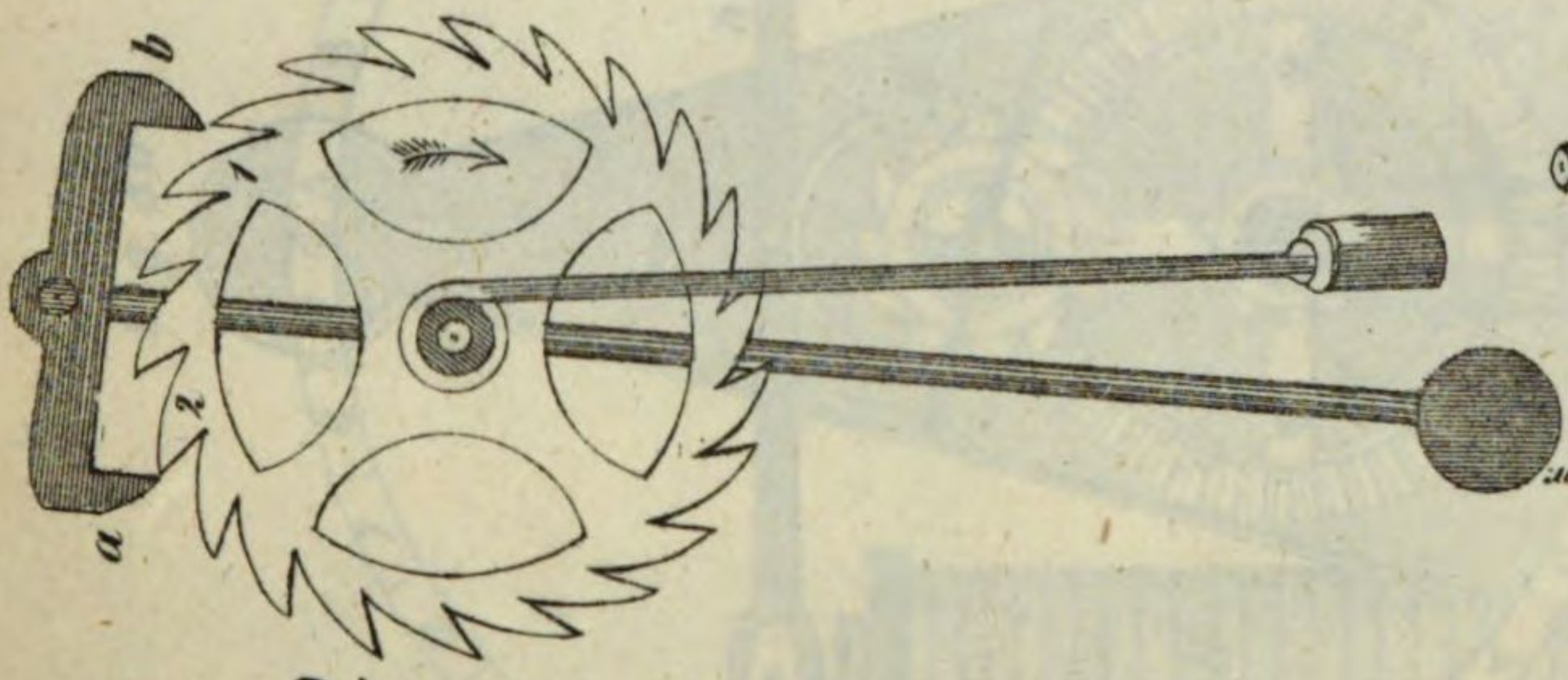
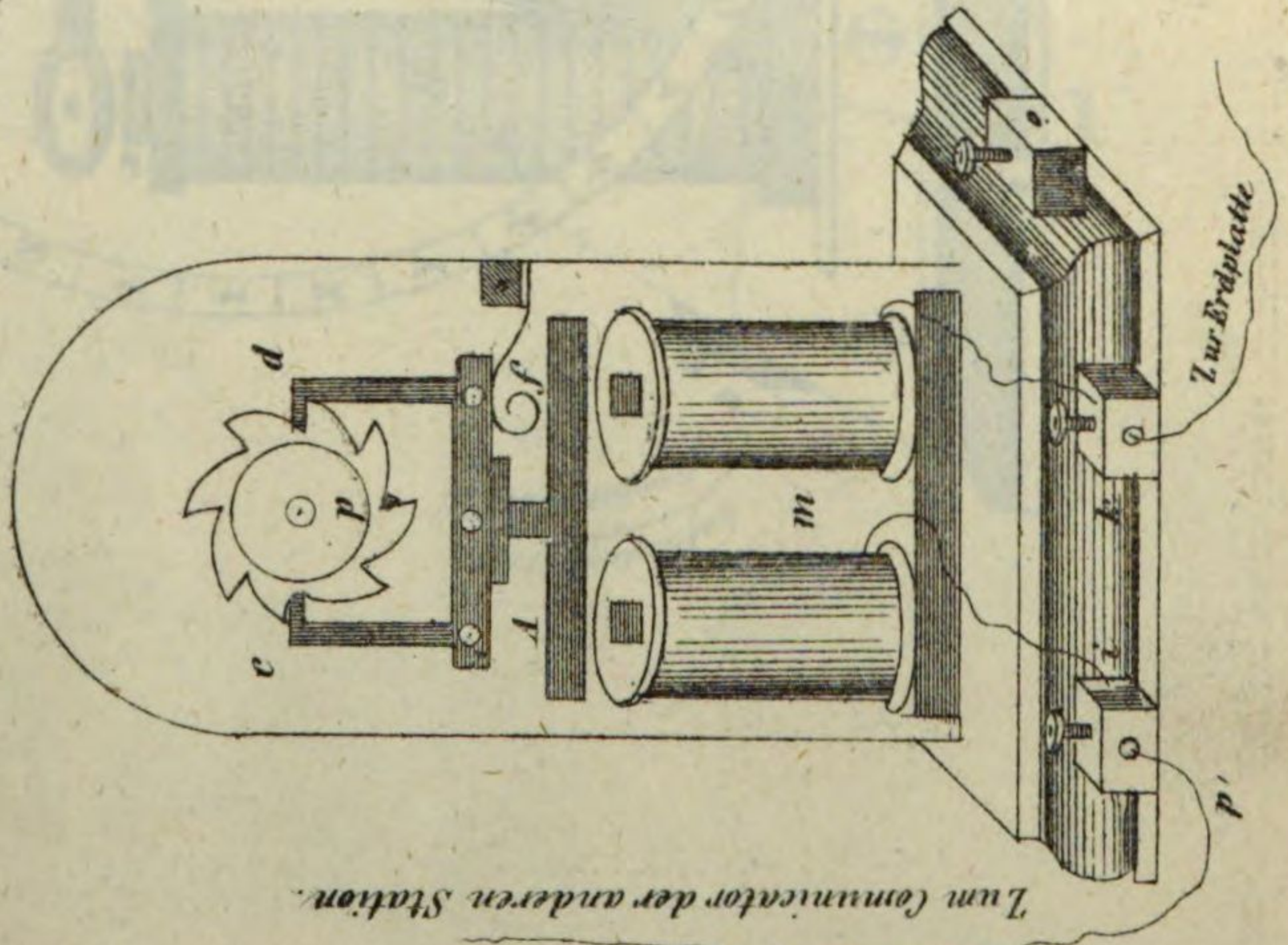


Fig. 79.

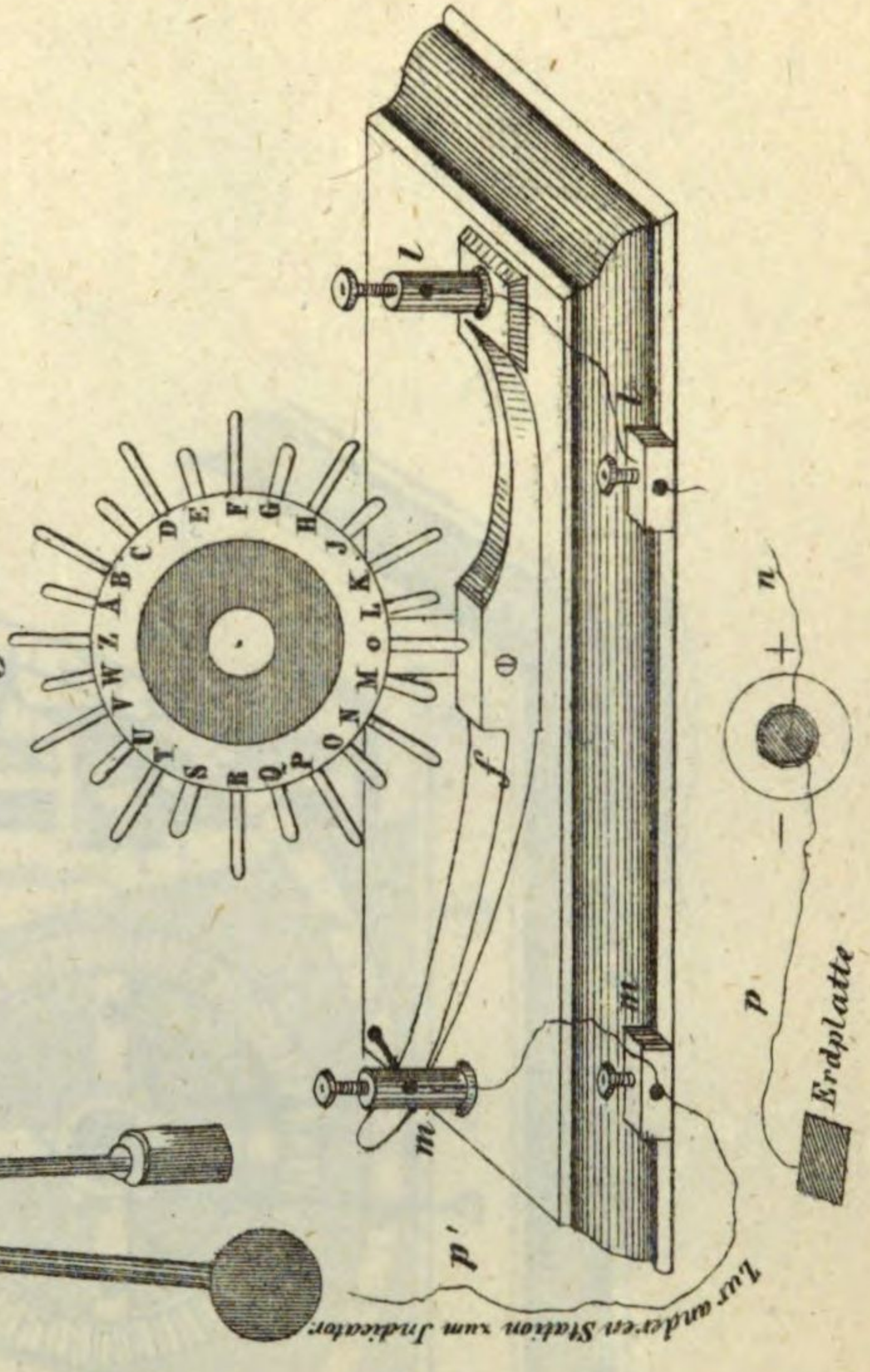
Fig. 77.



Zum Communicator der anderen Station.

Zur Erdplatte

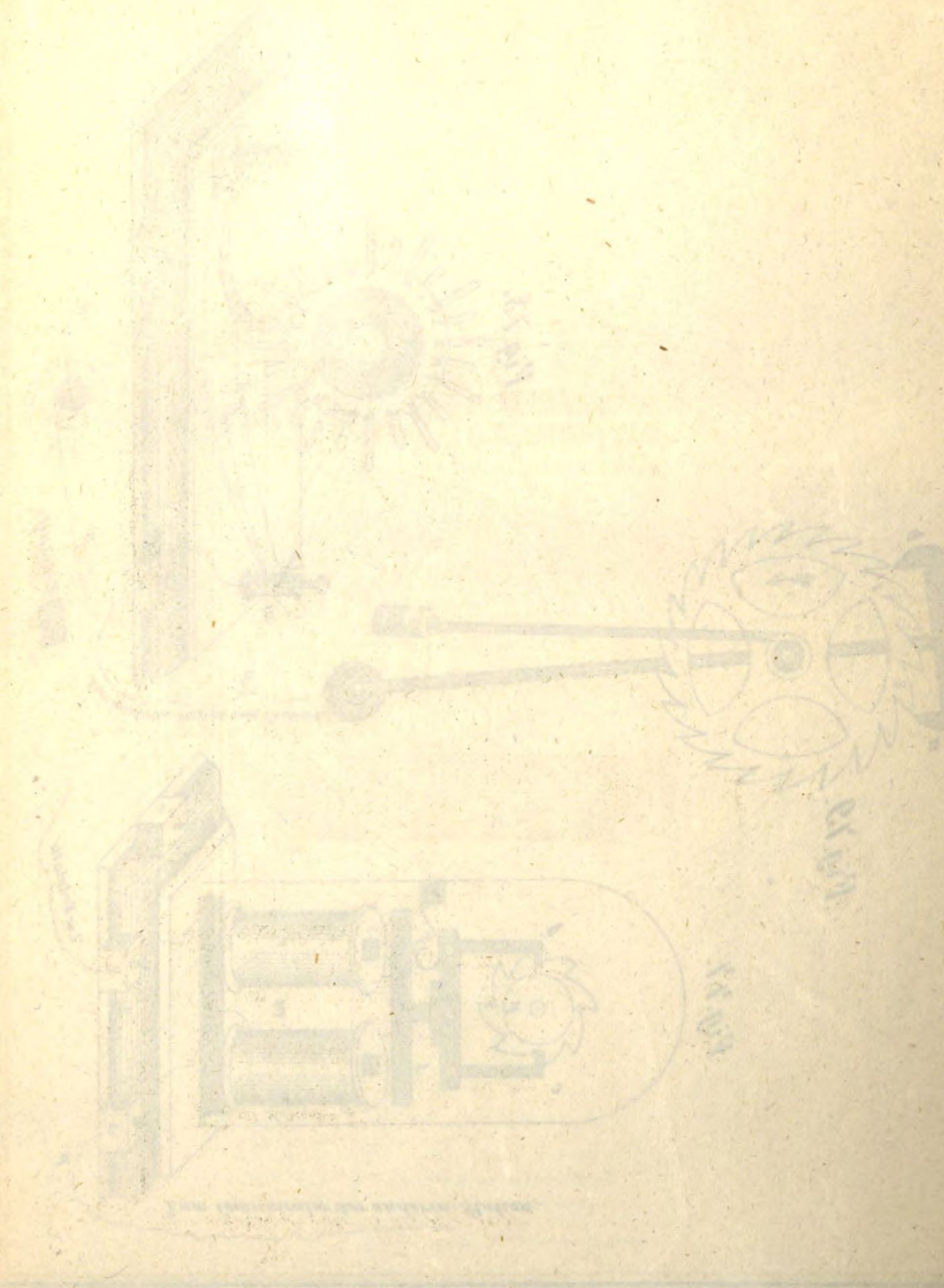
Fig. 78.



Zur anderen Station zum Indicator.

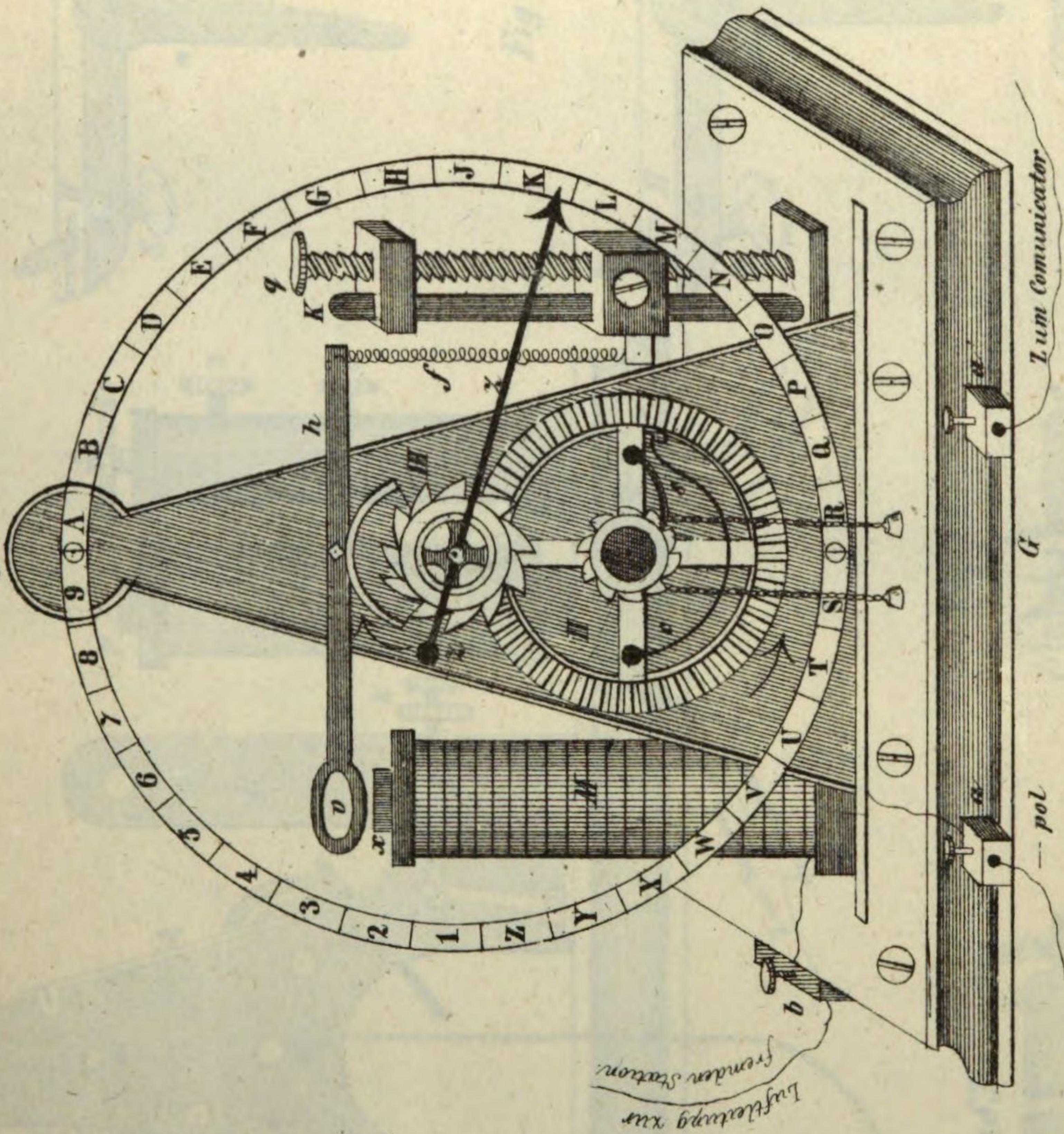
Zur Erdplatte

THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS



THE UNIVERSITY OF CHICAGO PRESS

Fig. 80.



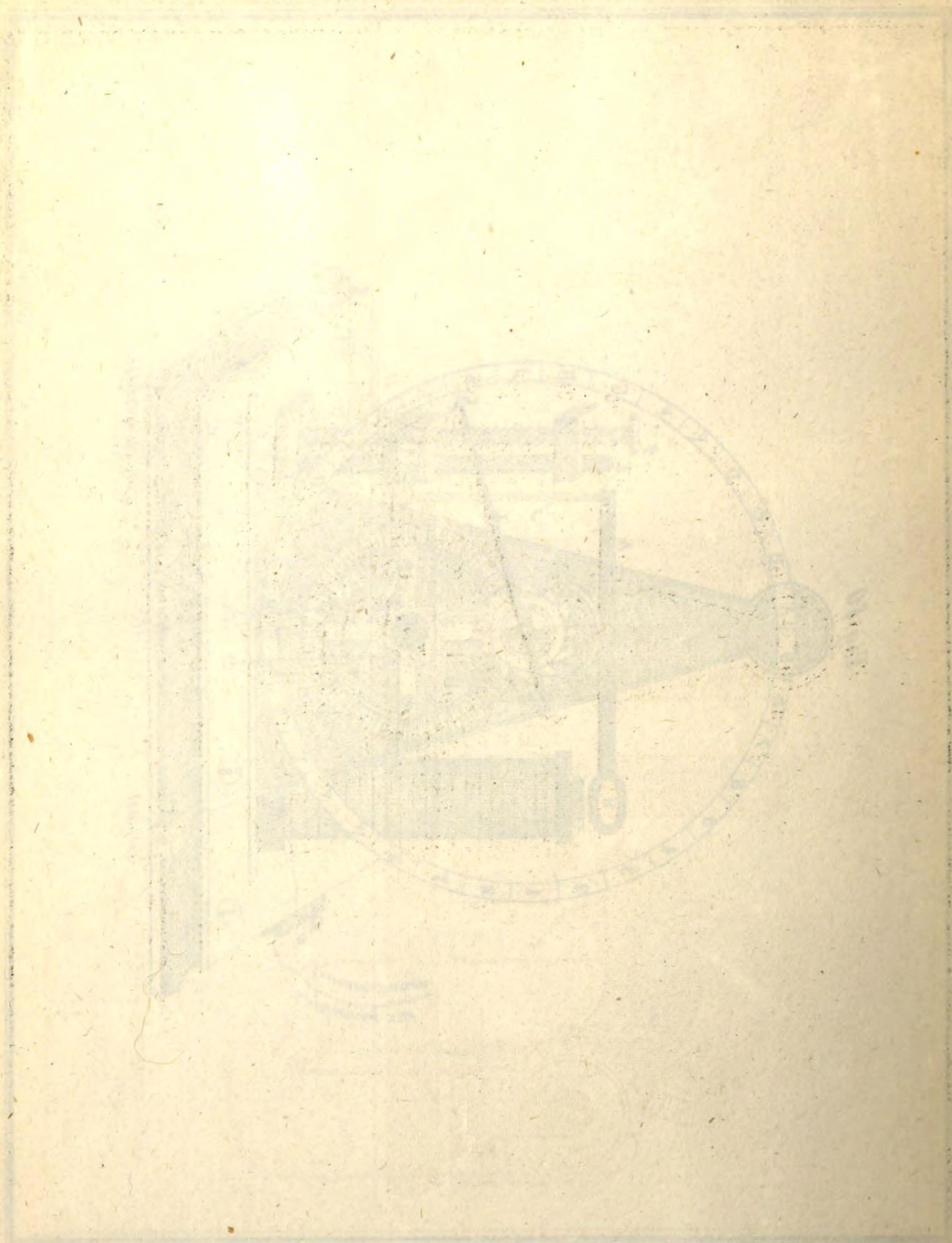


Fig. 81.

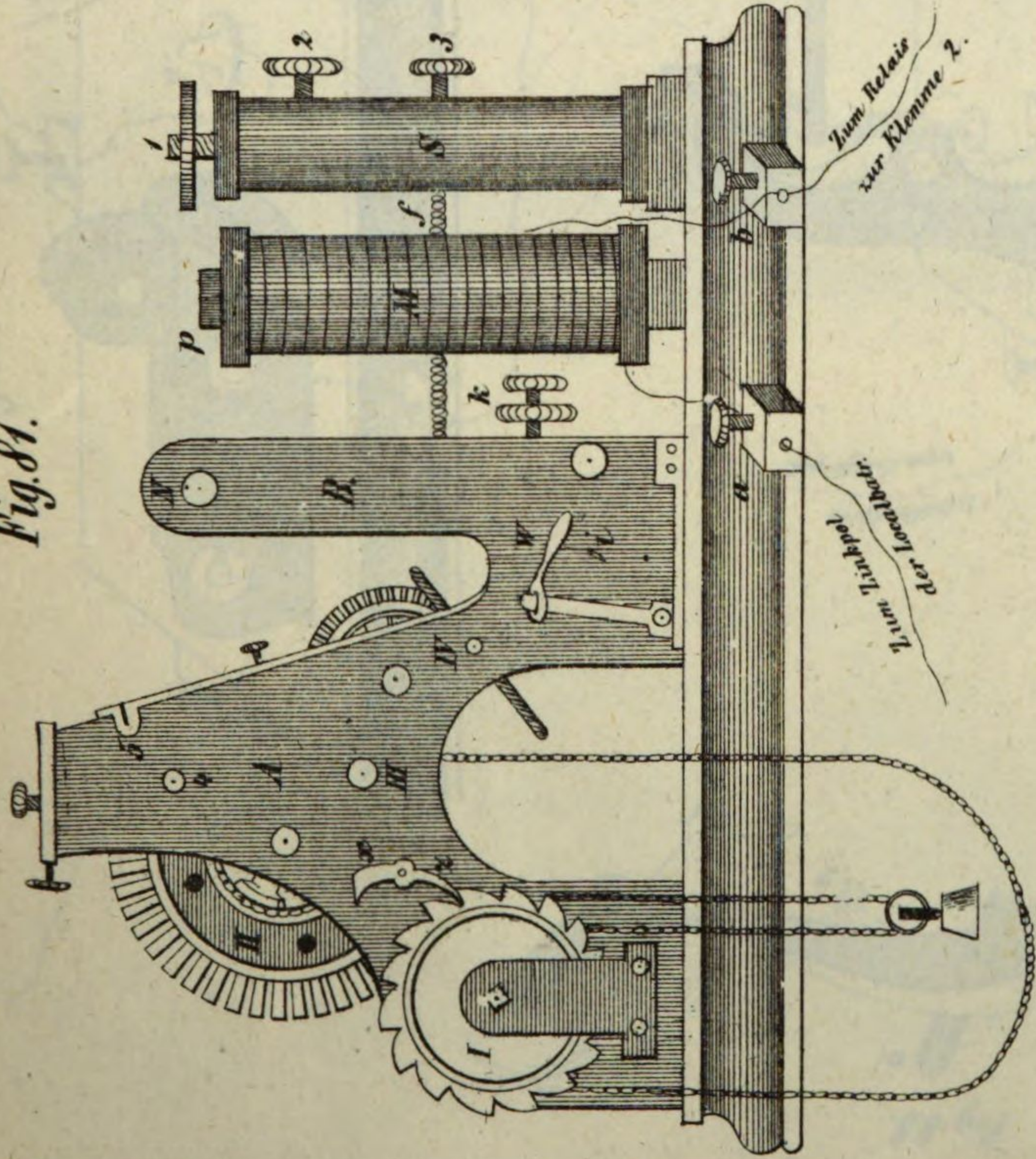


Fig. 85.

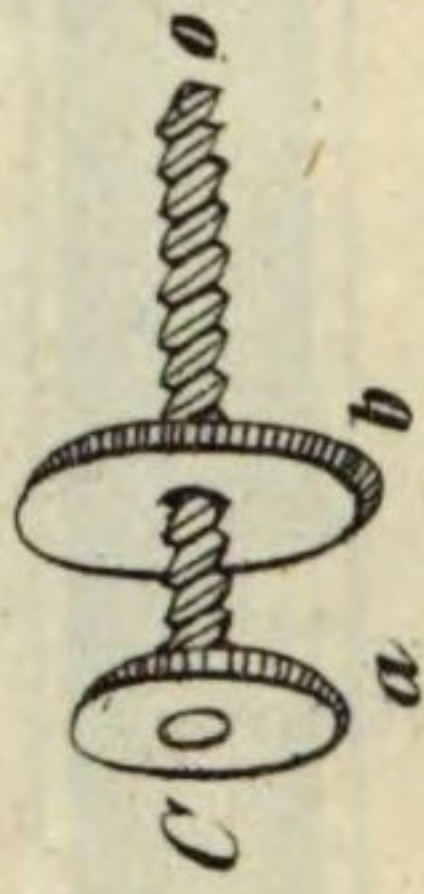


Fig. 83.

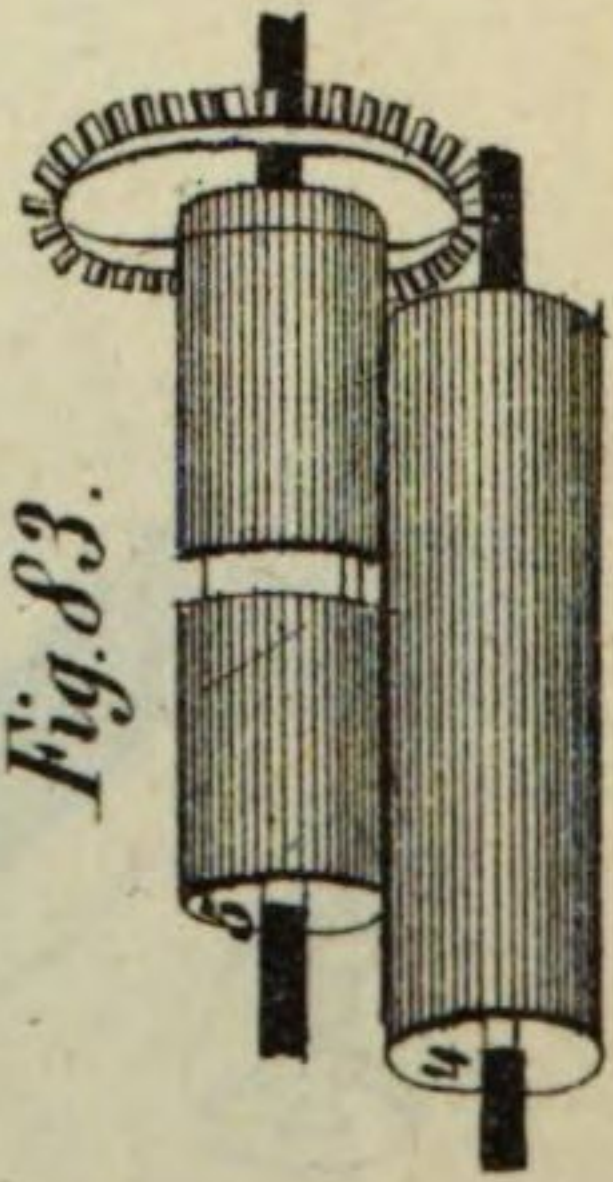


Fig. 82.

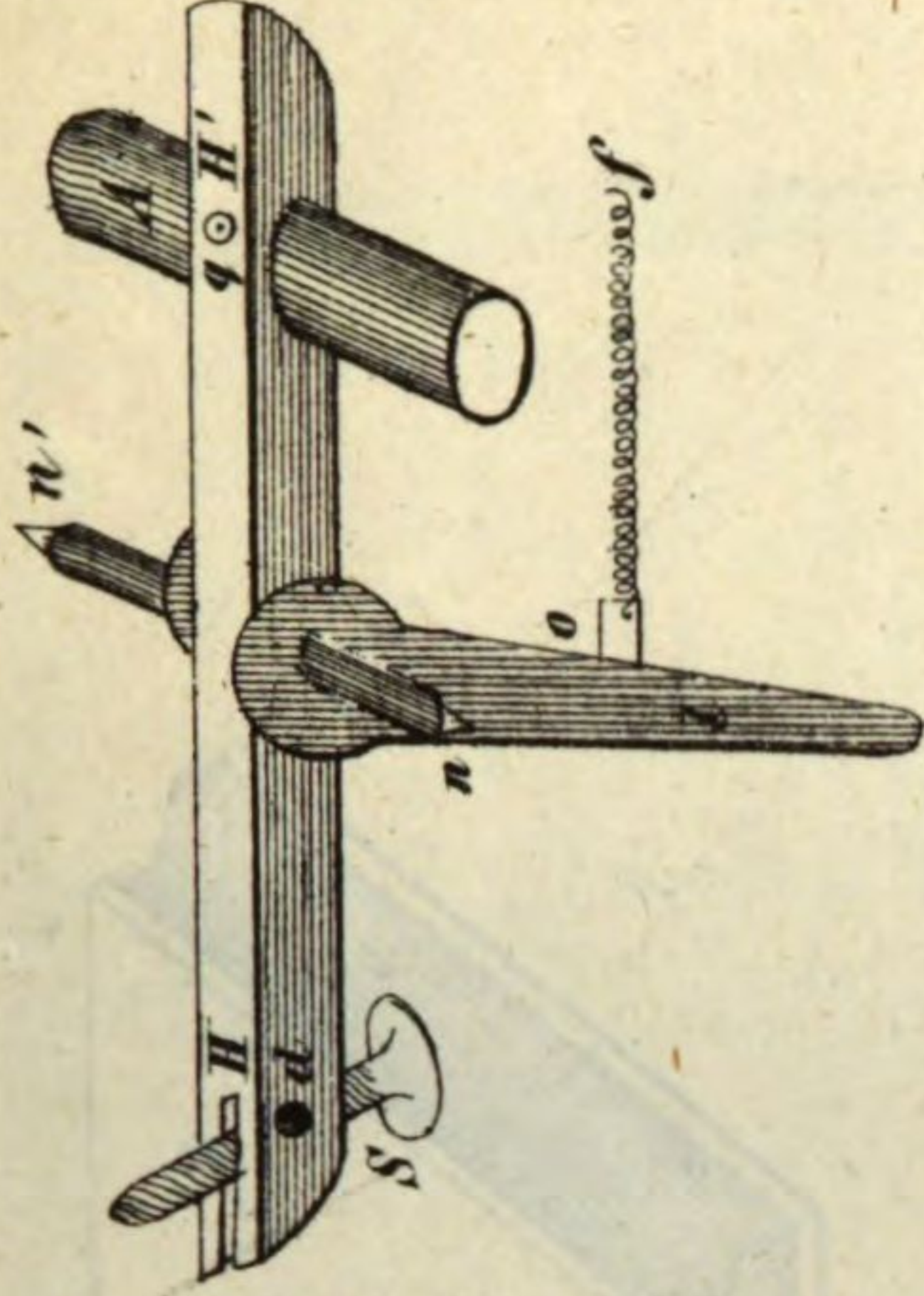


Fig. 84.

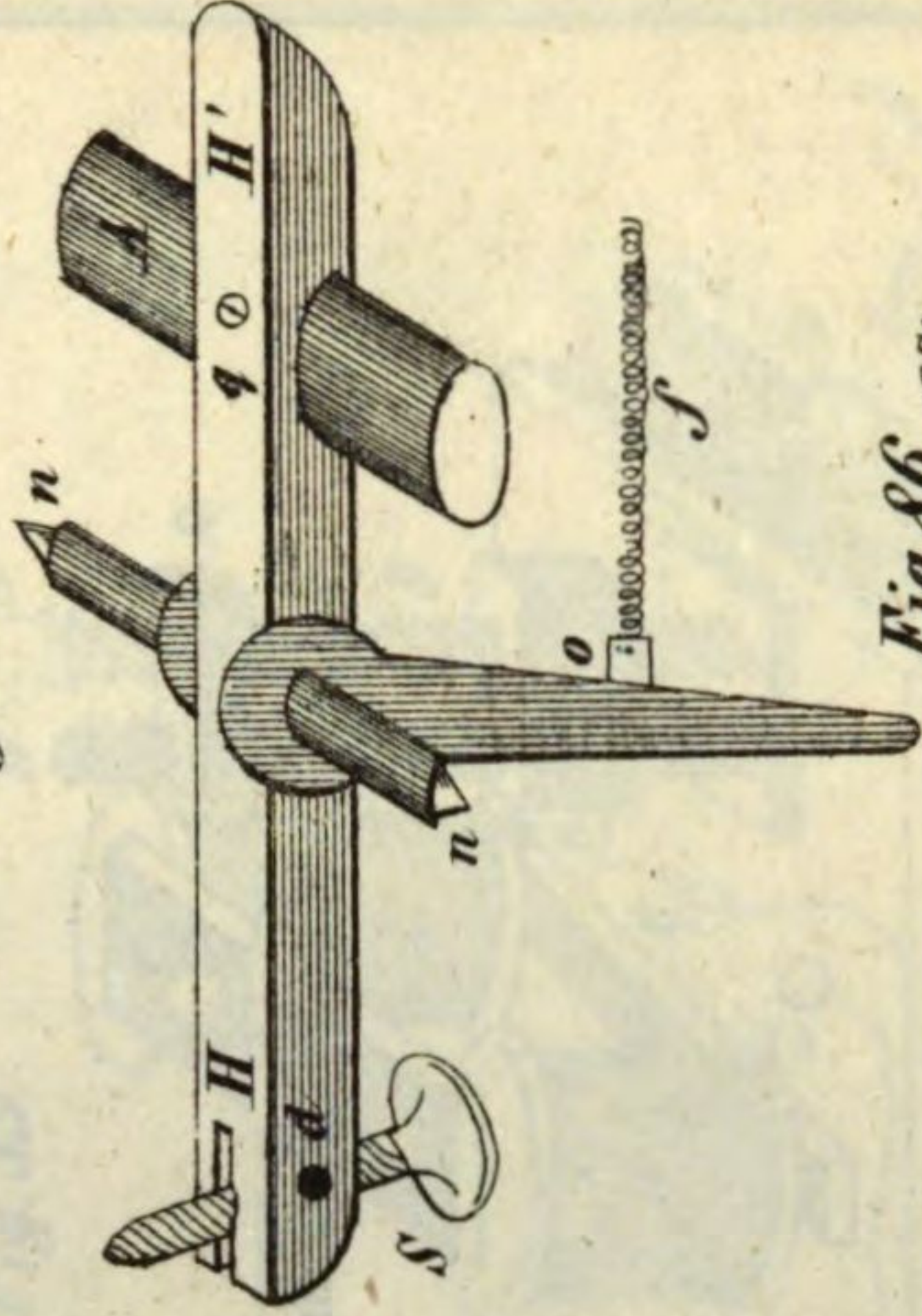
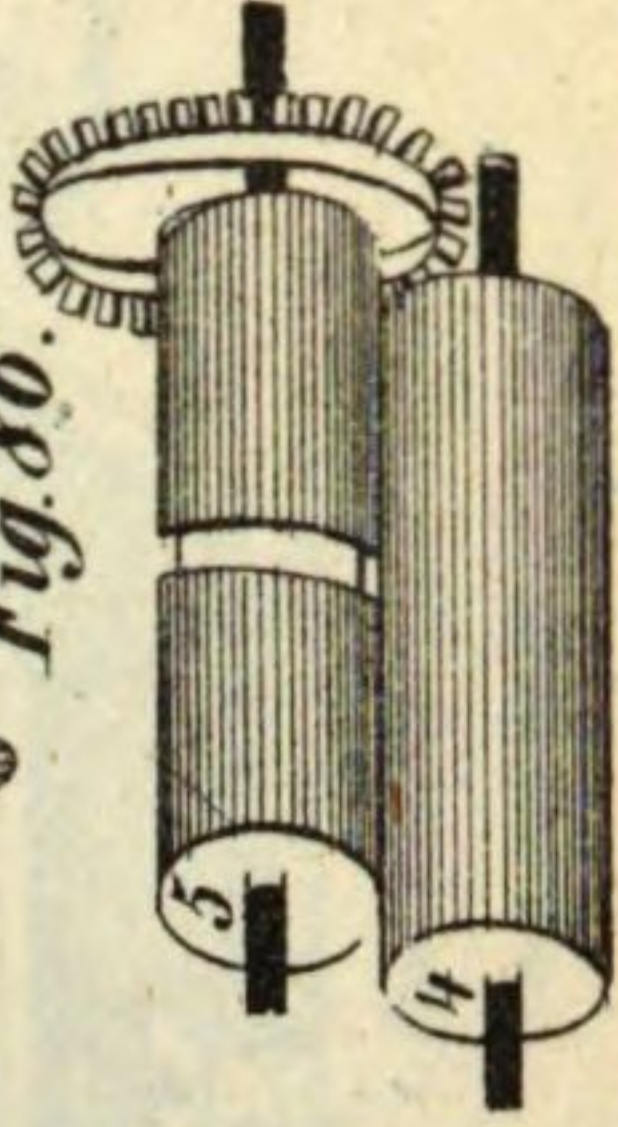


Fig. 86.



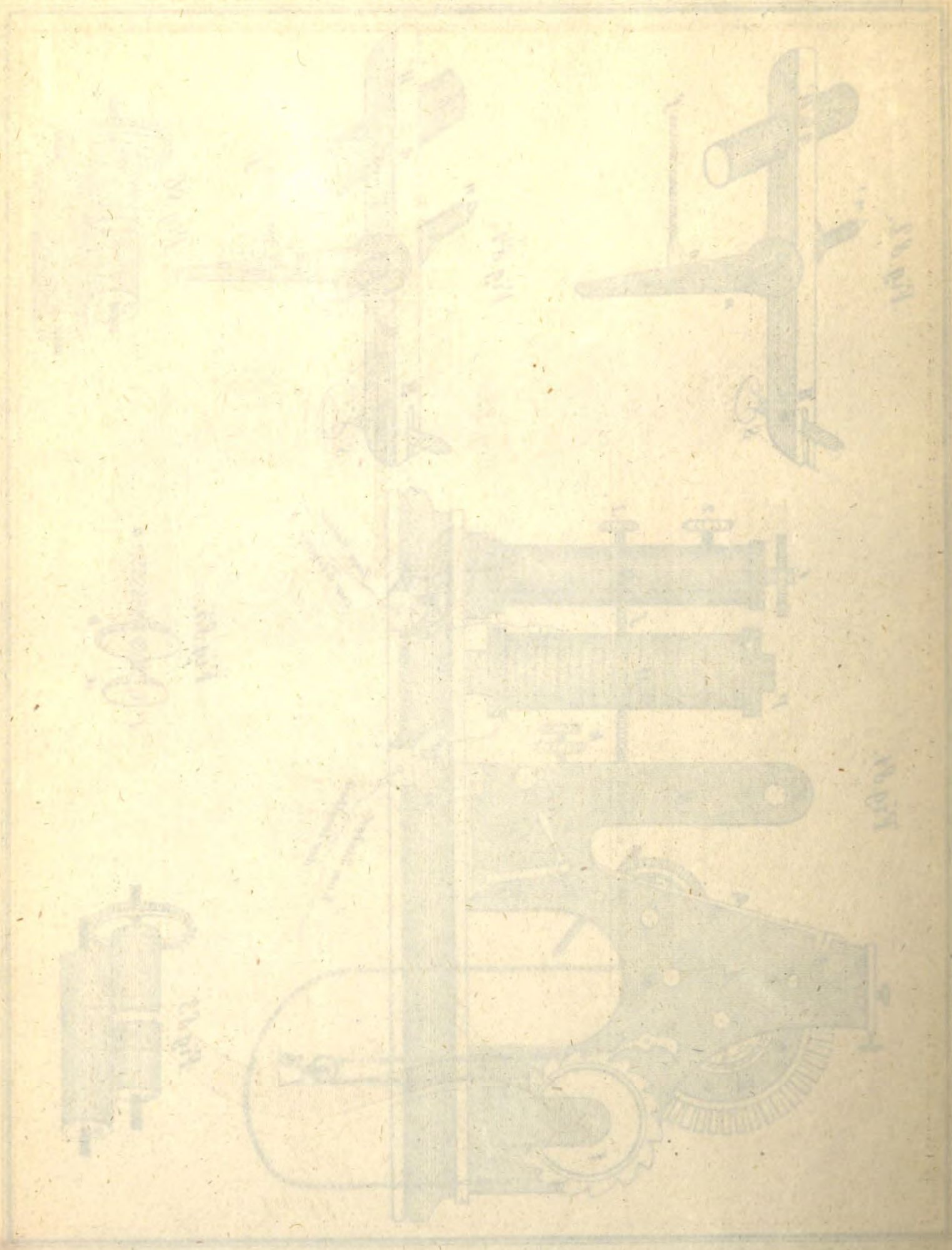


Fig. 87.

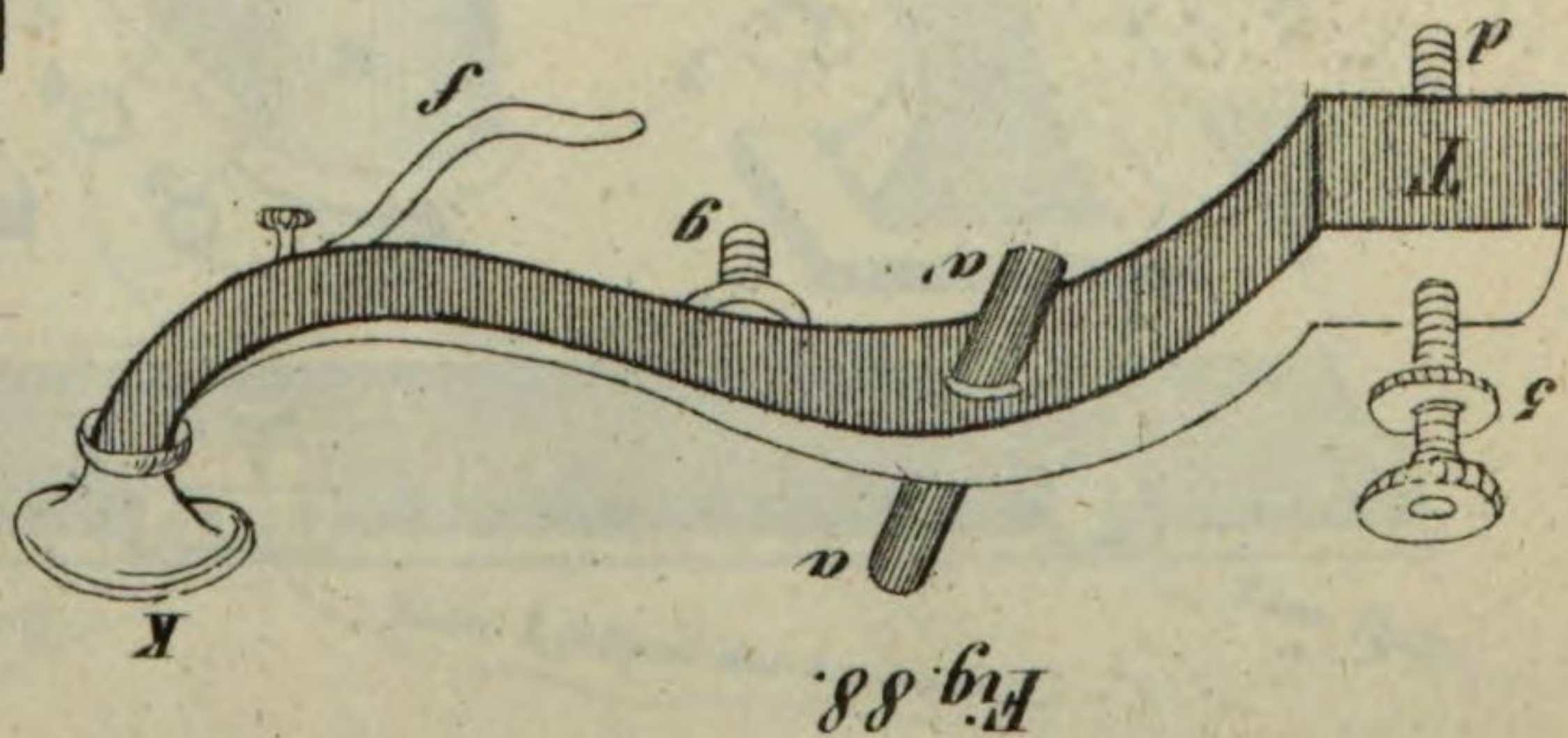
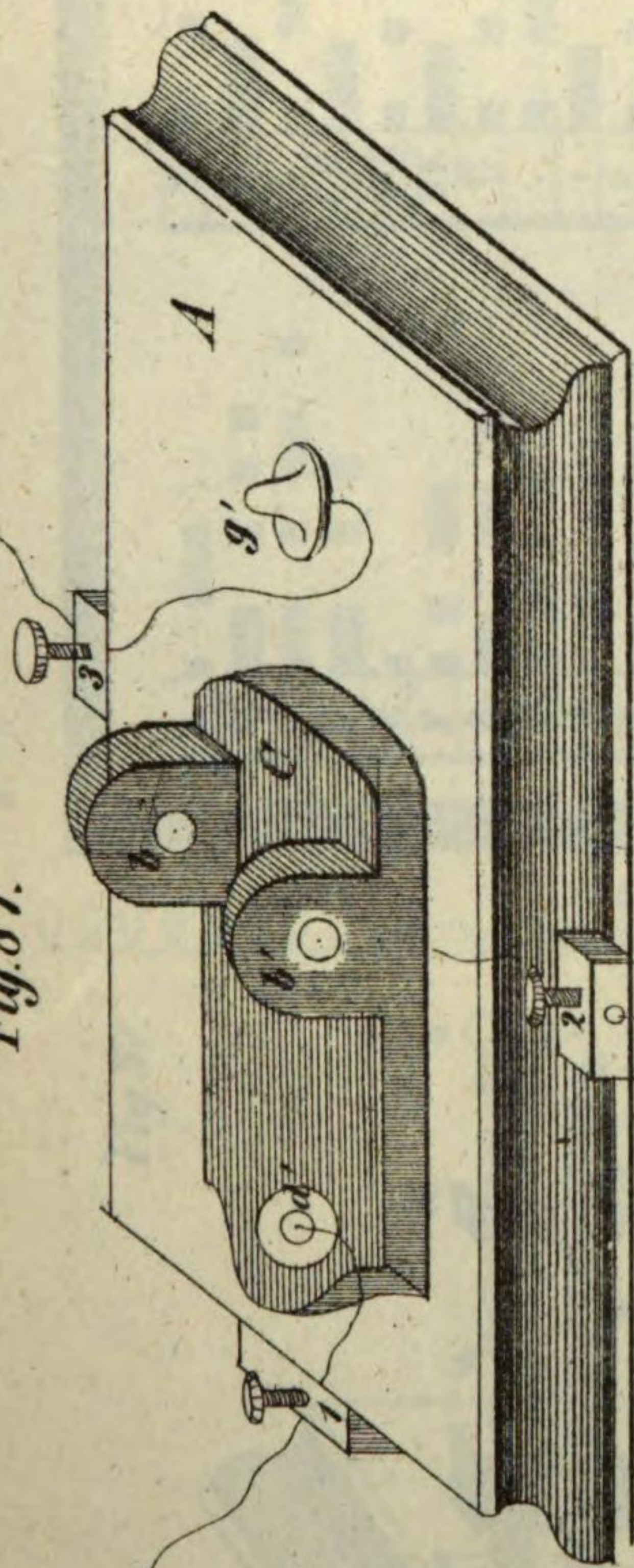


Fig. 88.

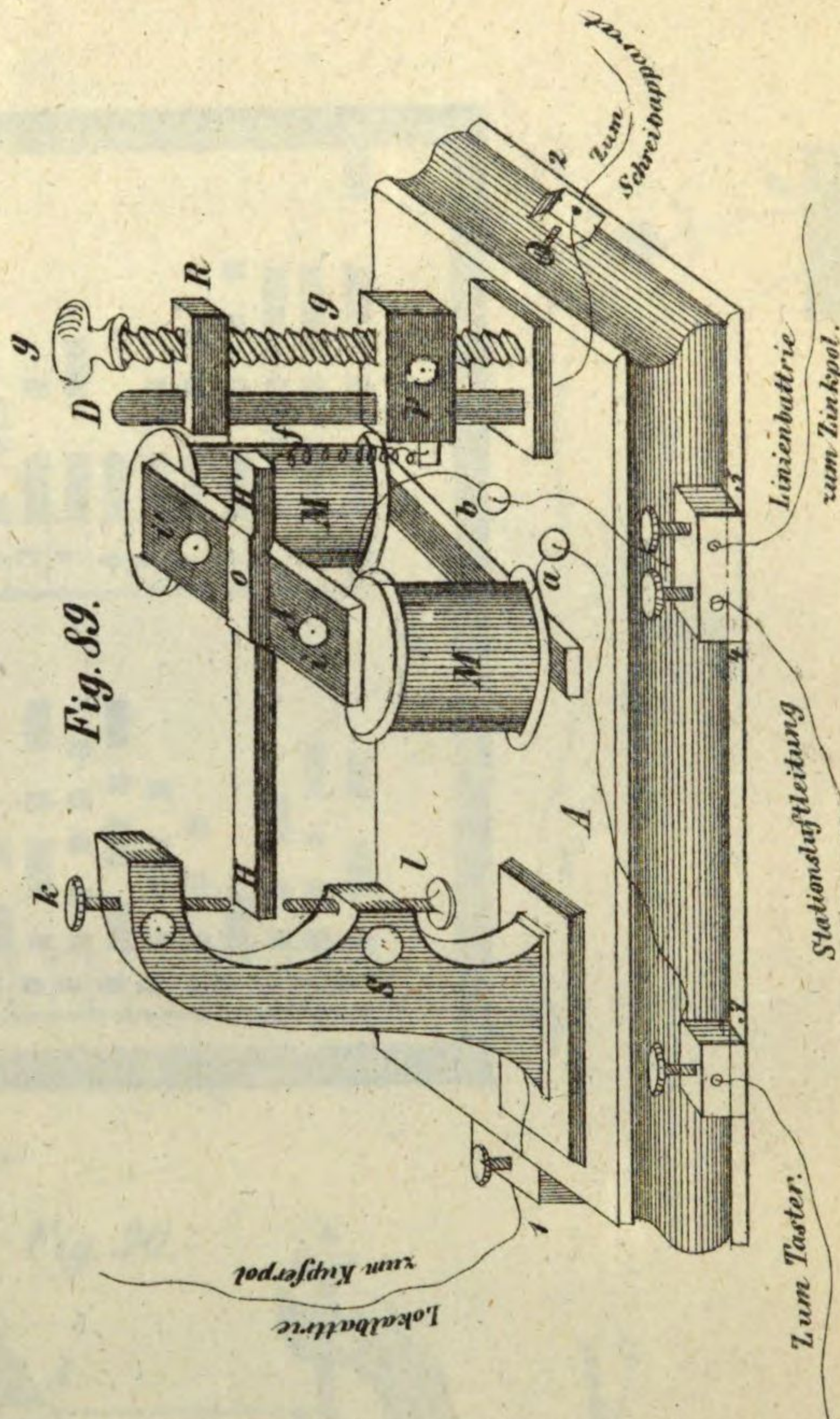
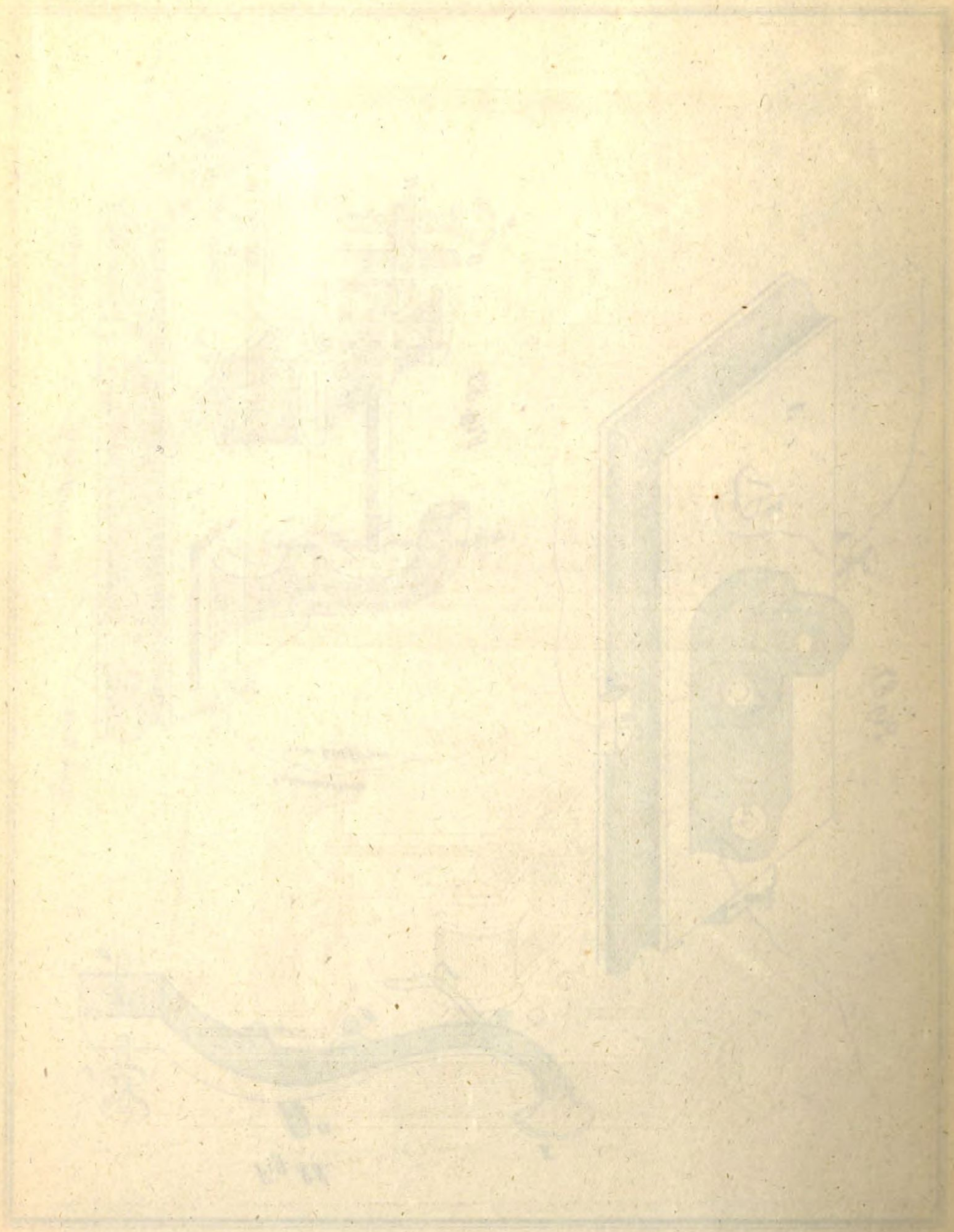


Fig. 89.



Luftleitung zur anderen Station

L

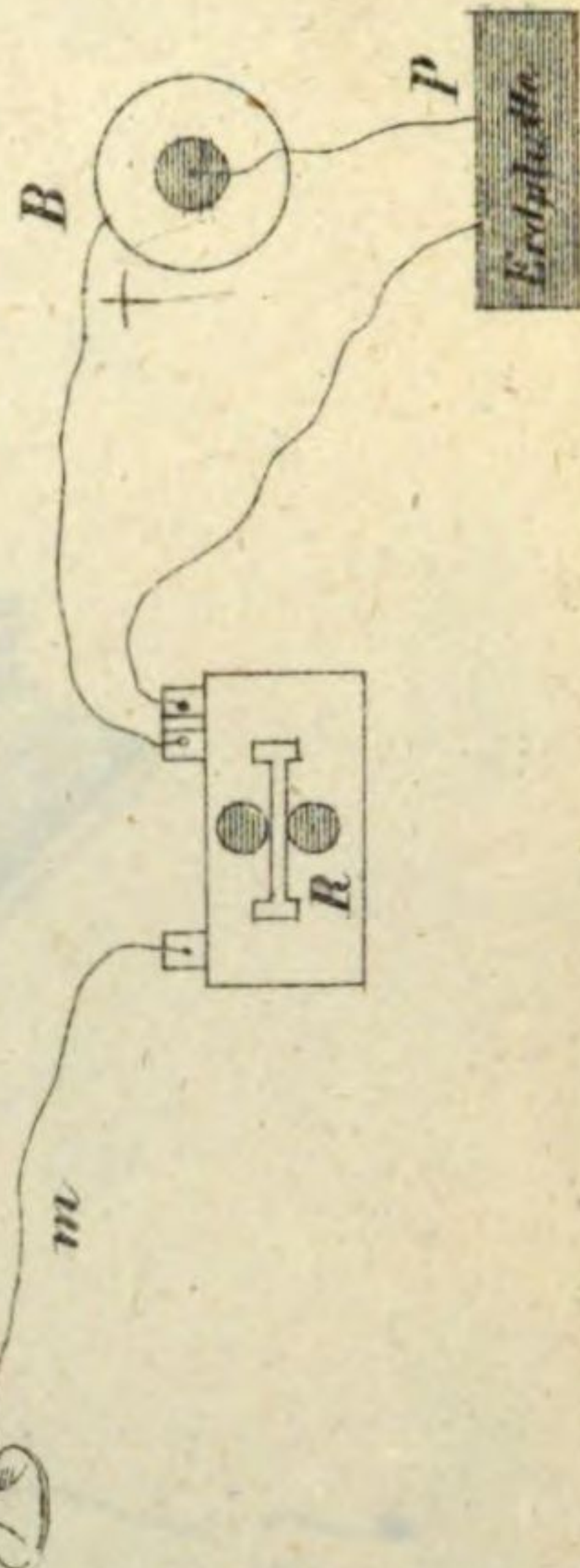
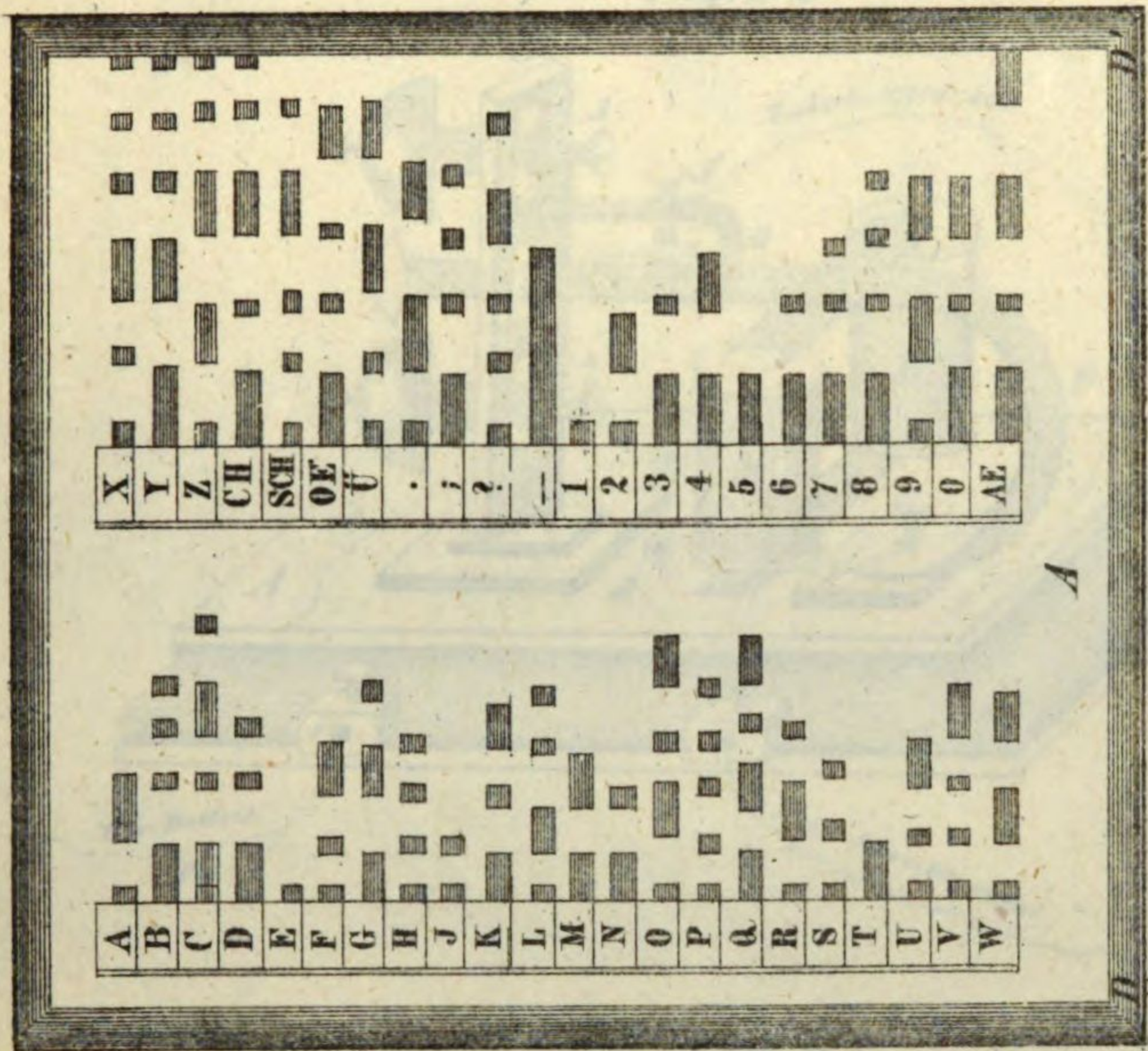


Fig. 94.

Fig. 90.

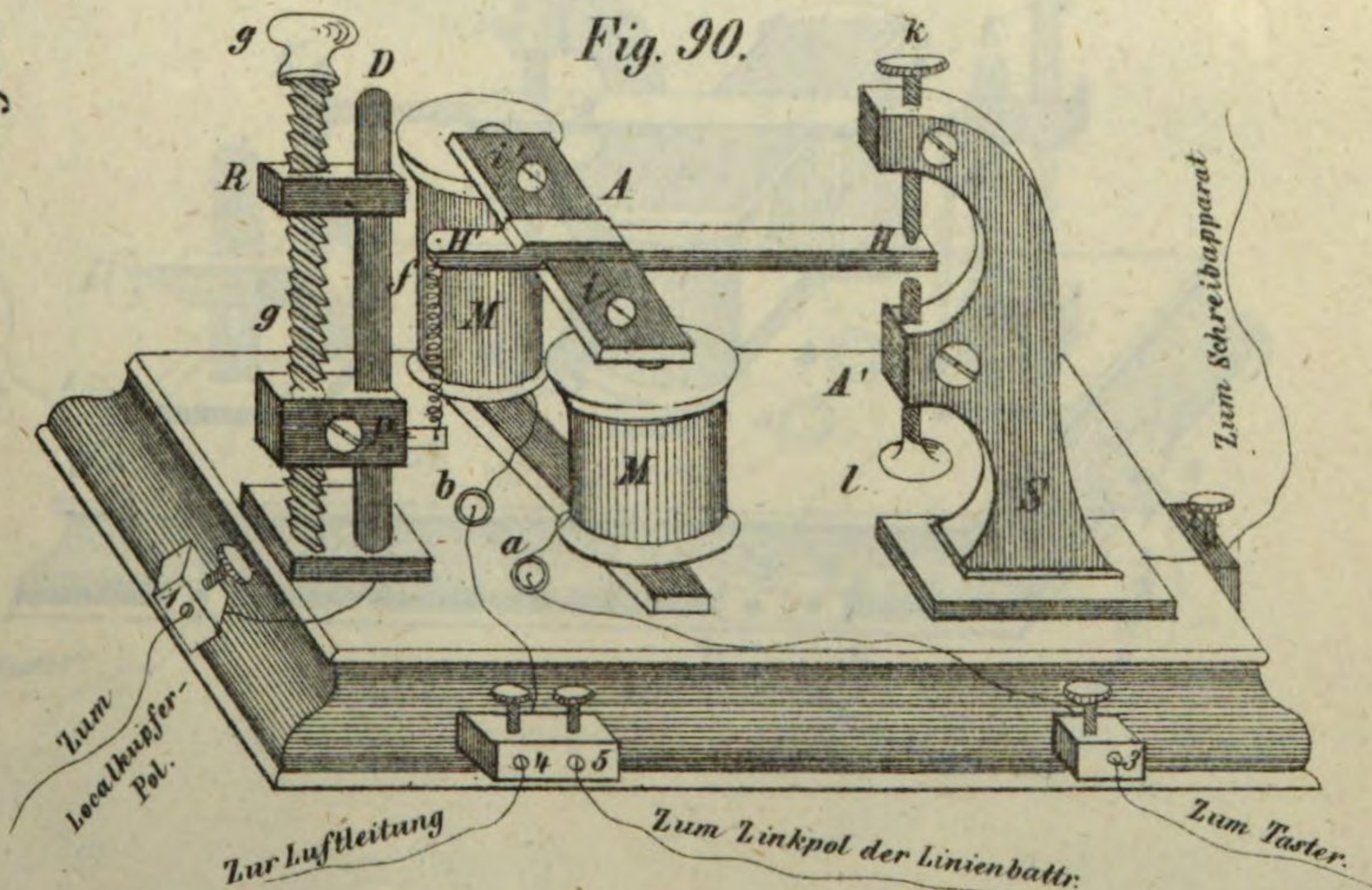


TABLE OF CONTENTS

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

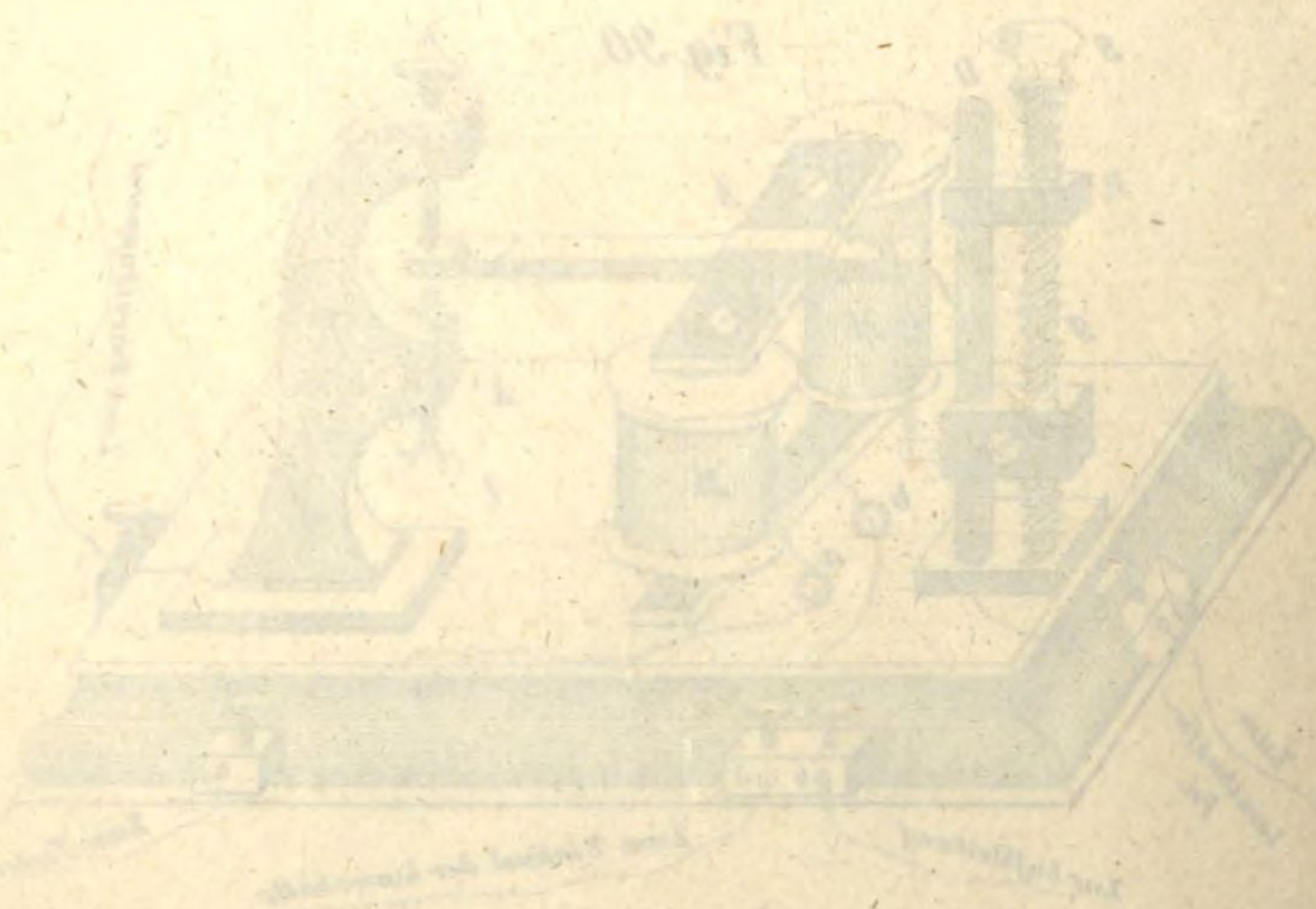


Fig. 92

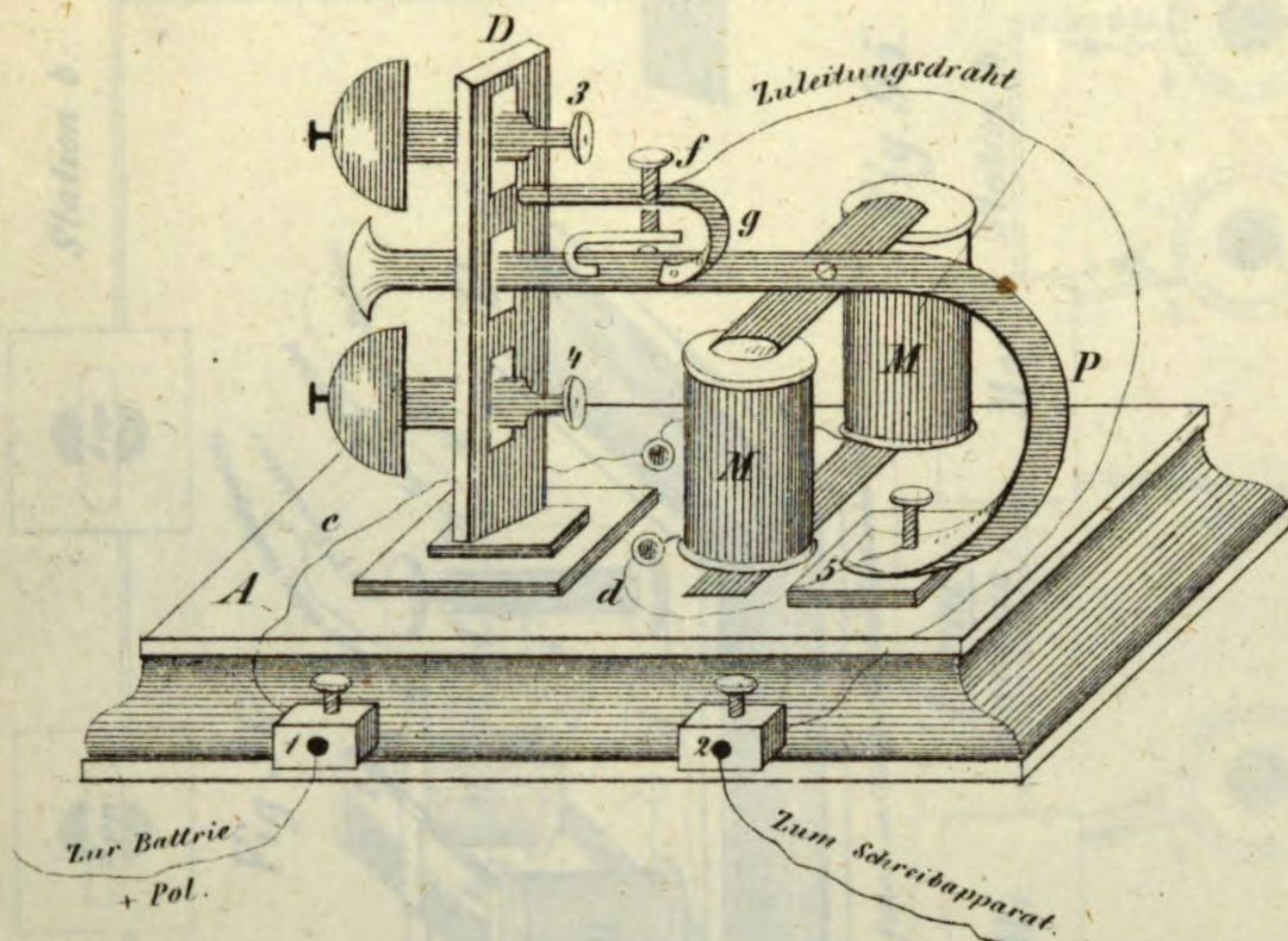


Fig. 93.

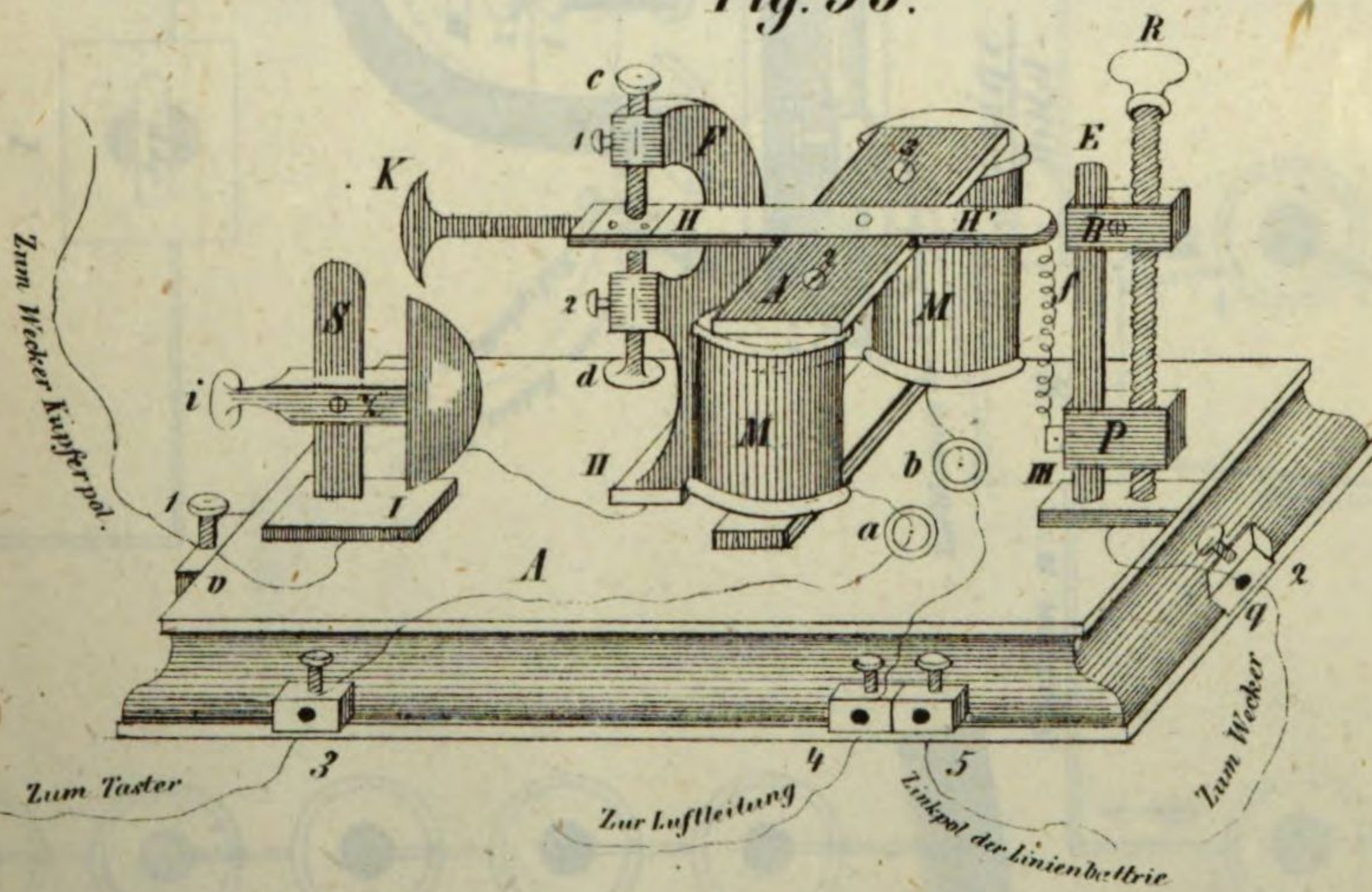


Fig. 3.

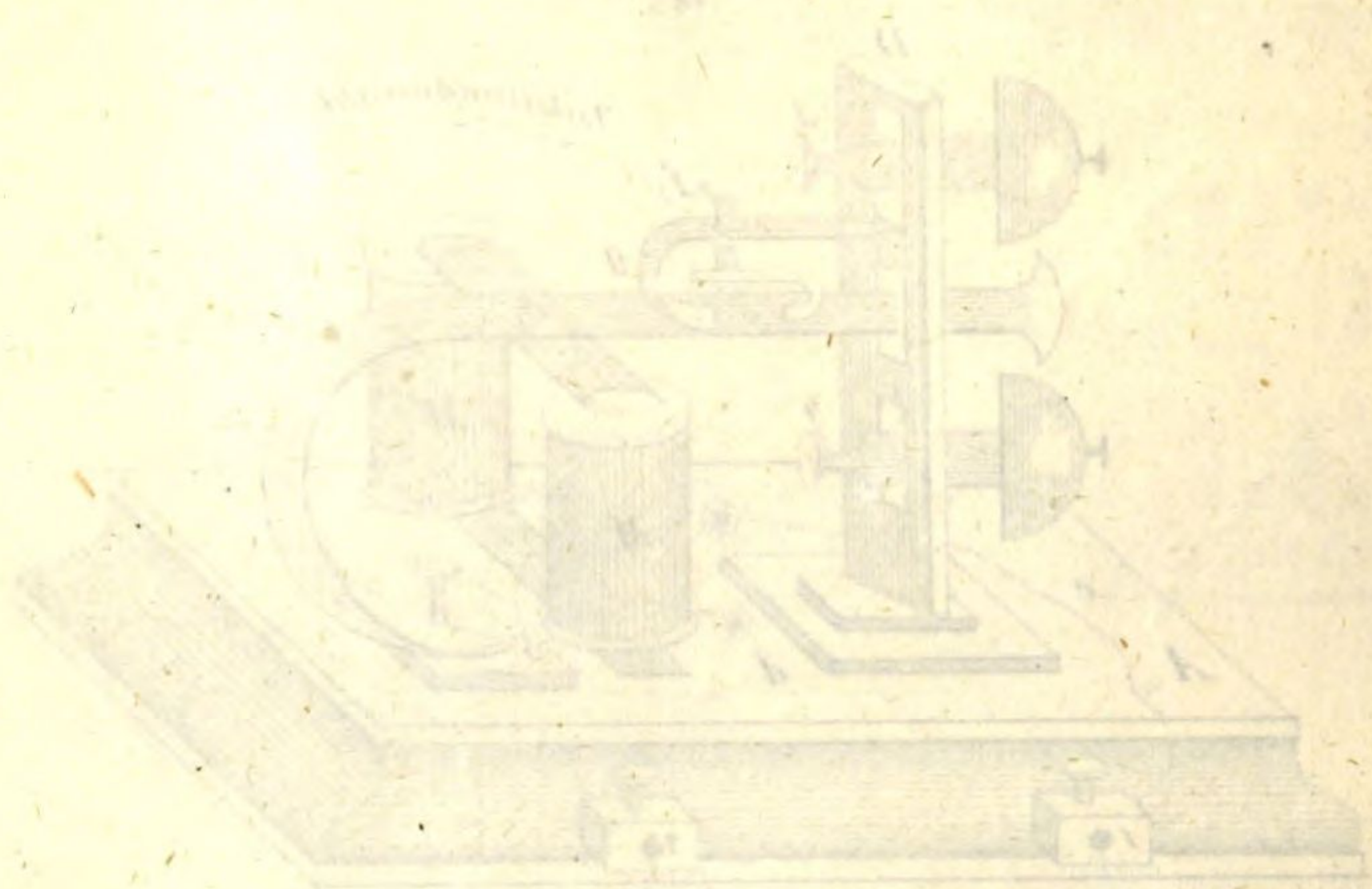
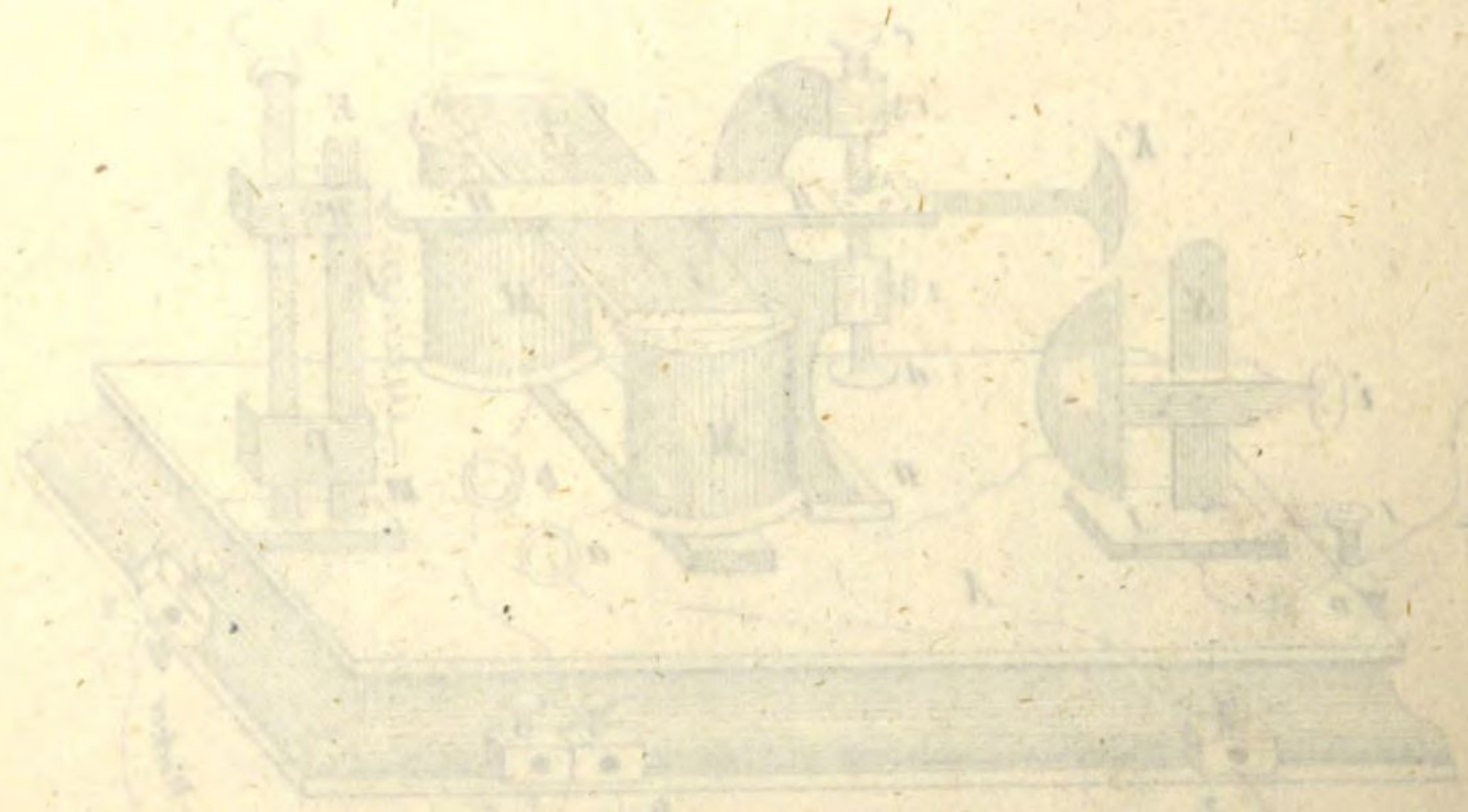


Fig. 3.



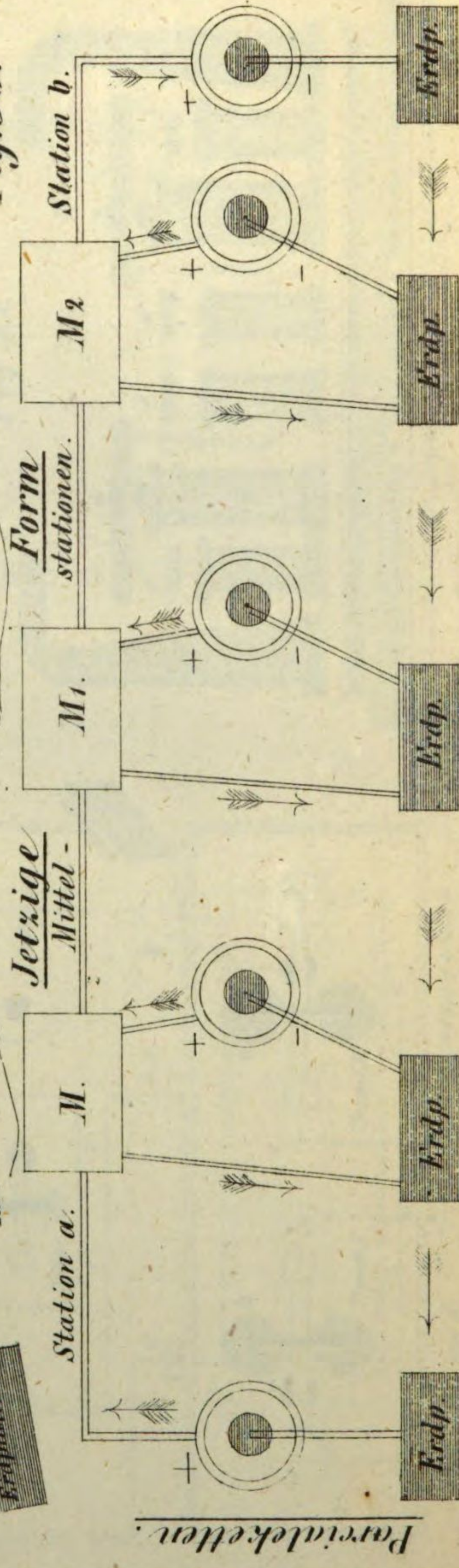
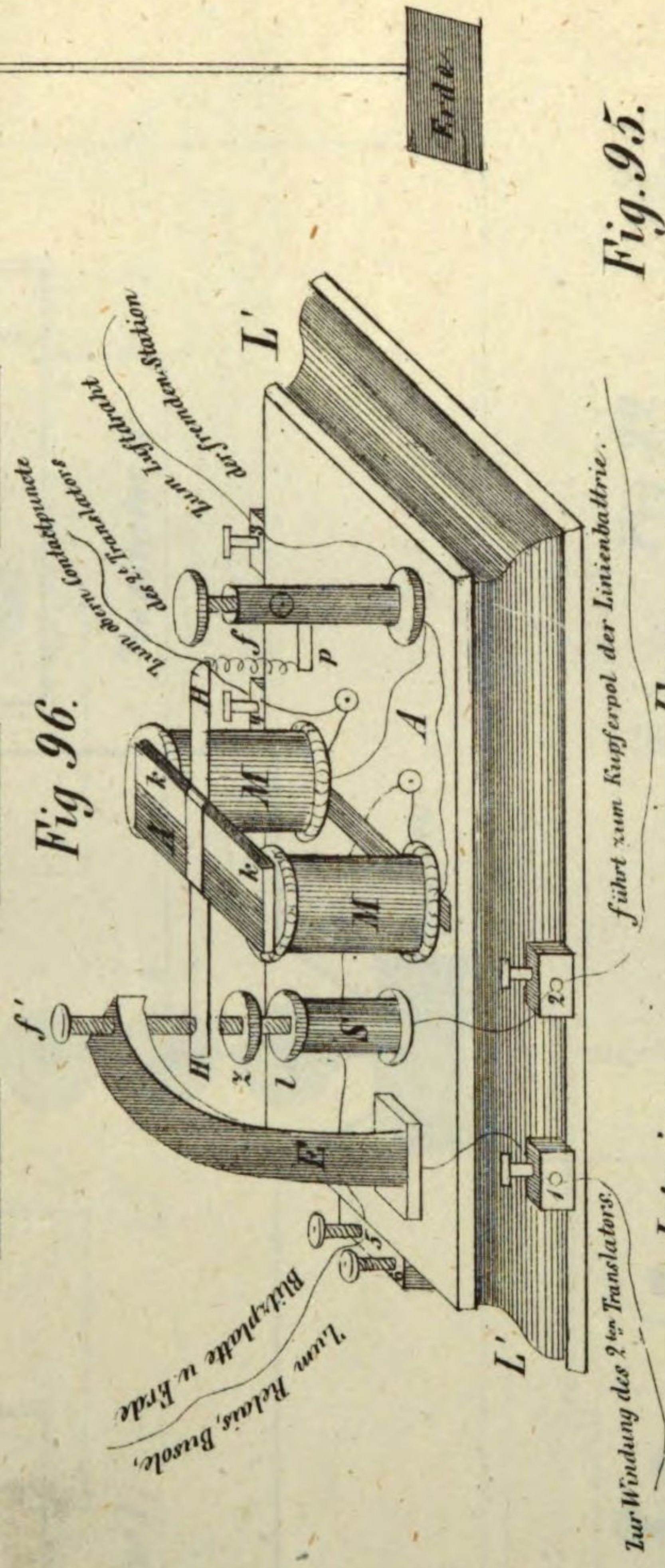
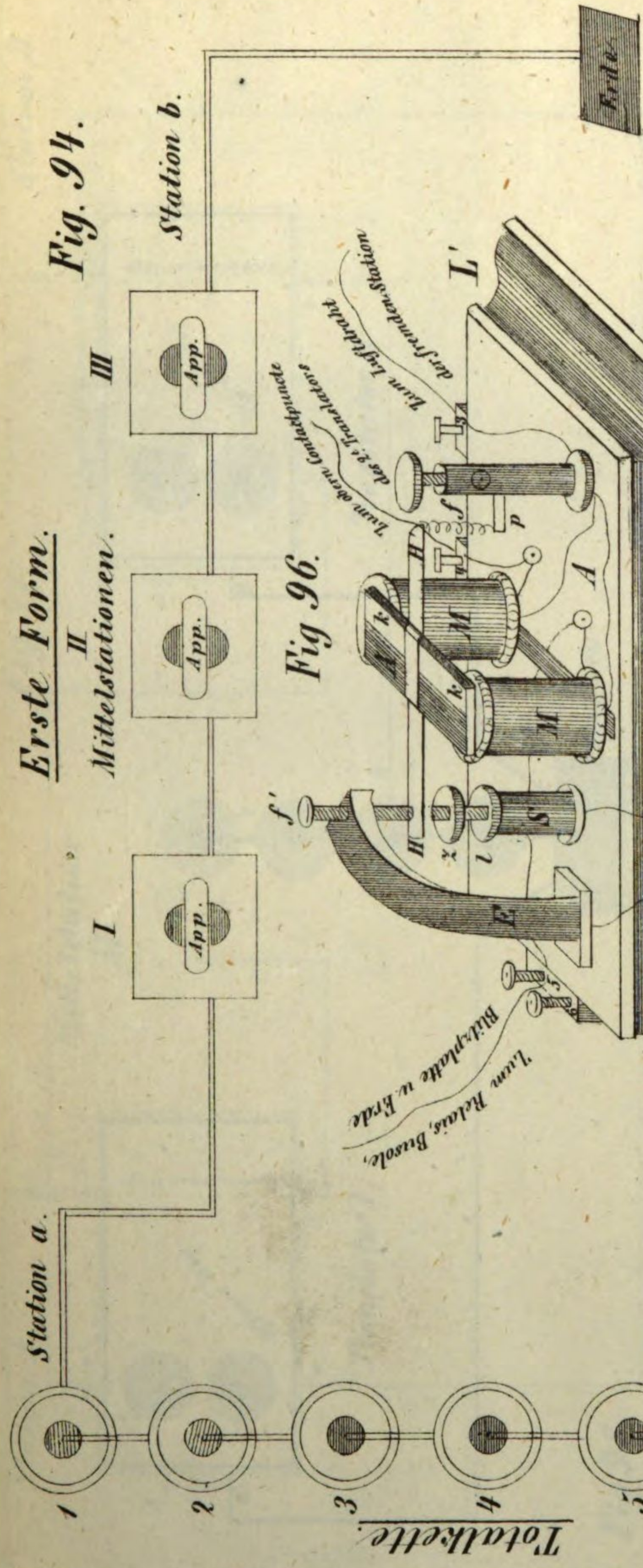


Fig. 97.

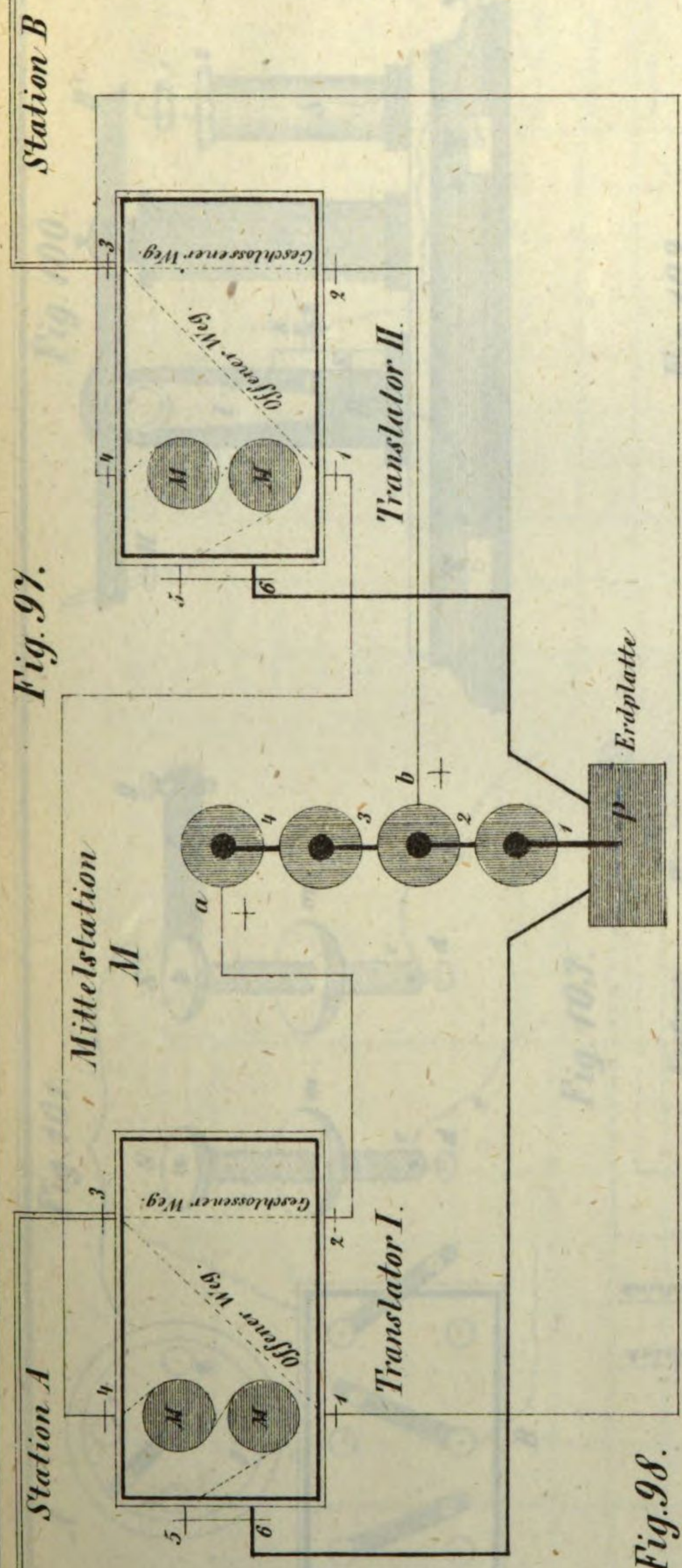


Fig. 98.

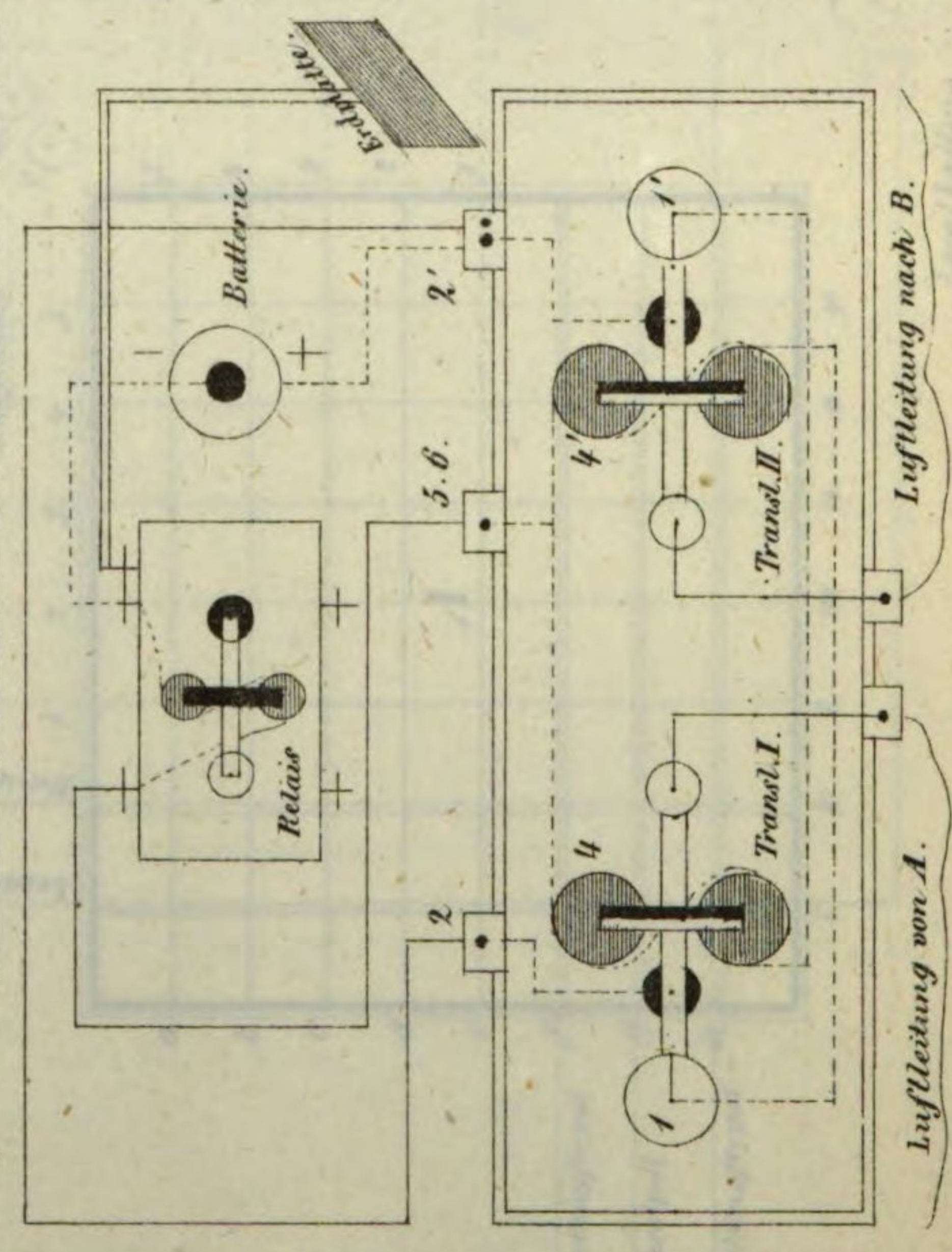
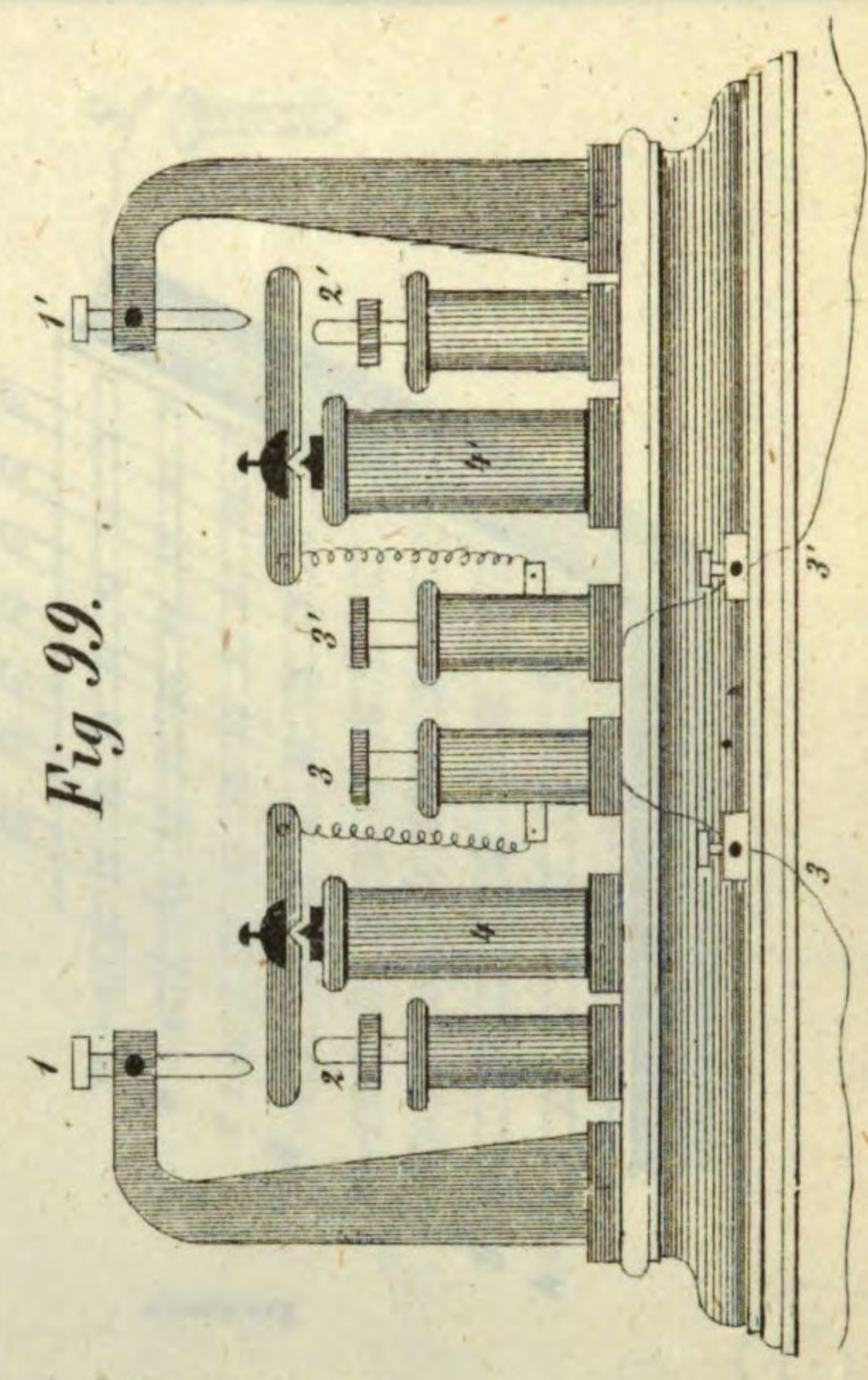


Fig. 99.



В. 10. 10. 10.

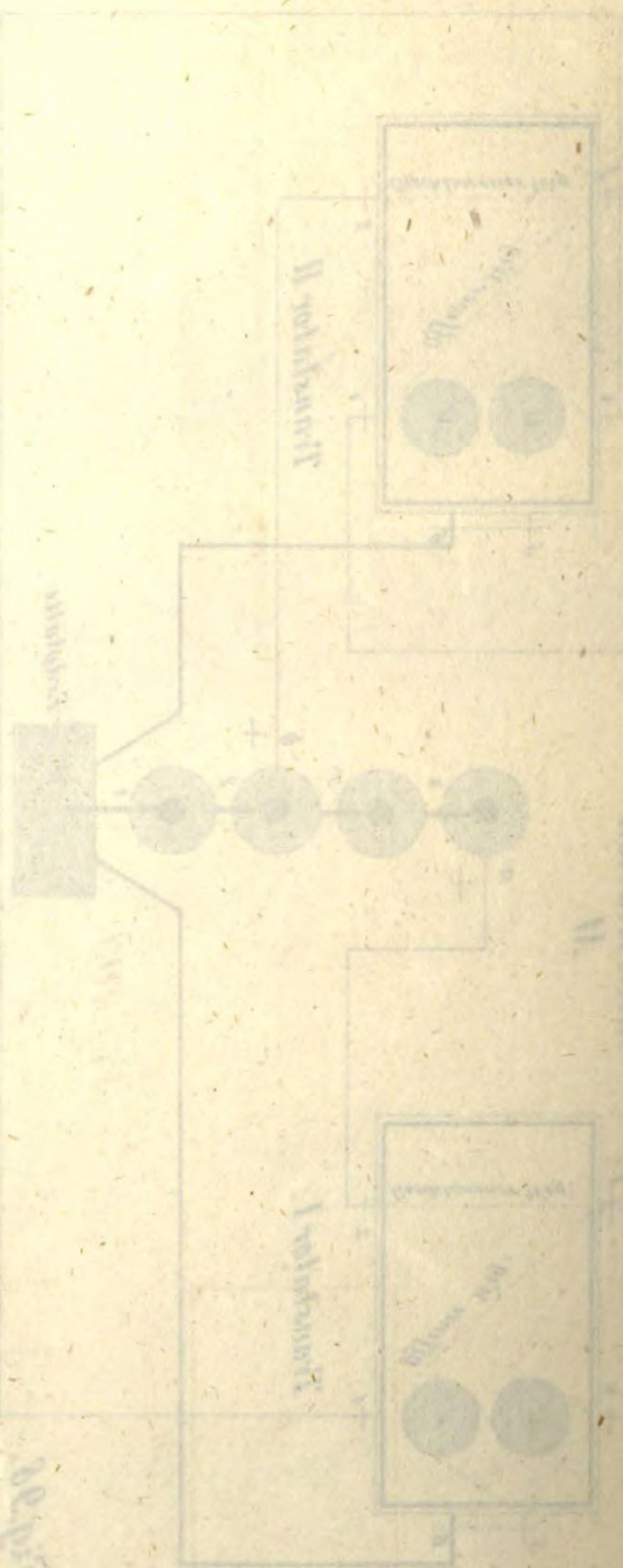
В. 10. 10. 10.

В. 10. 10. 10.

В. 10. 10. 10.

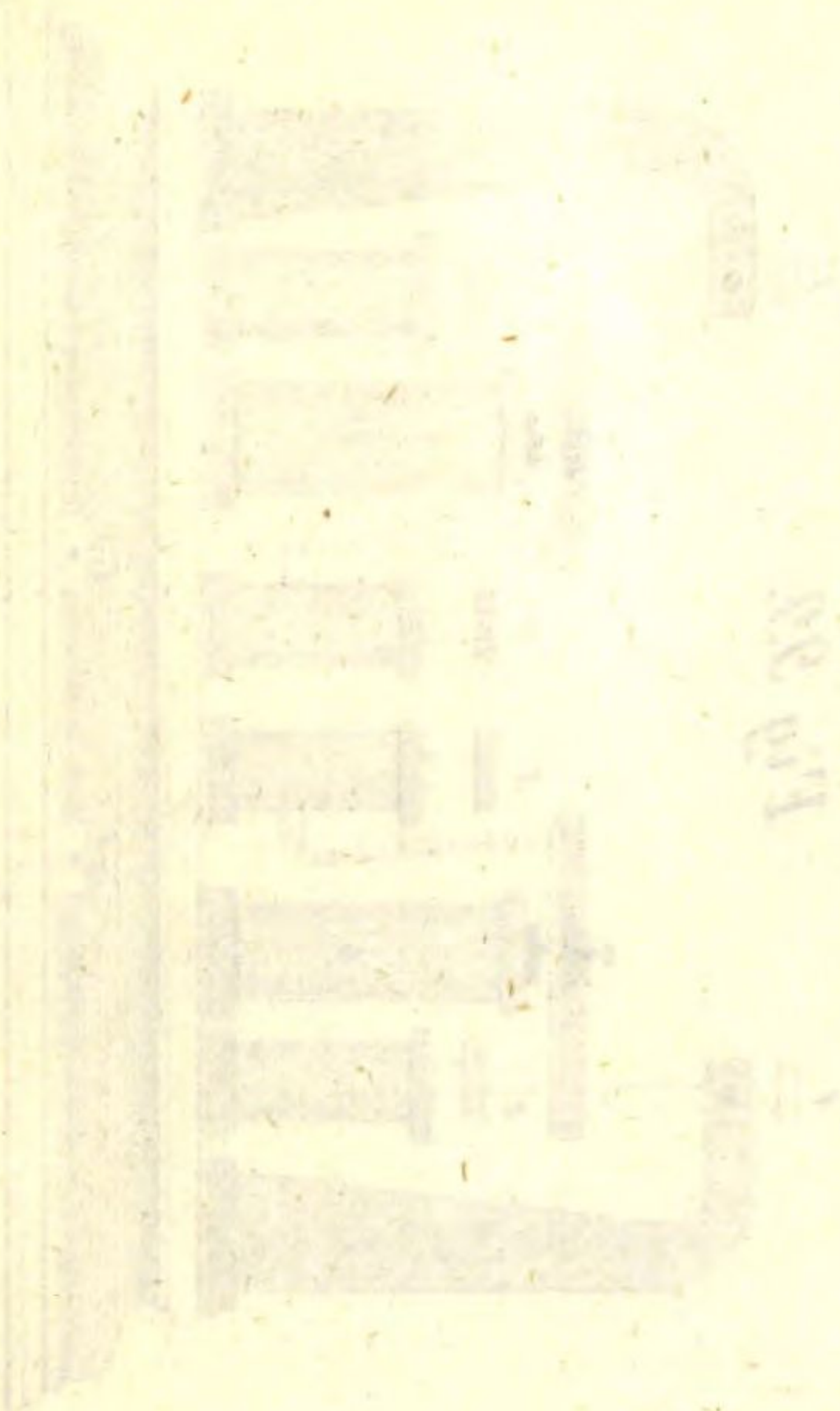


В. 10. 10. 10.



В. 10. 10. 10.

В. 10. 10. 10.



В. 10. 10. 10.

В. 10. 10. 10.

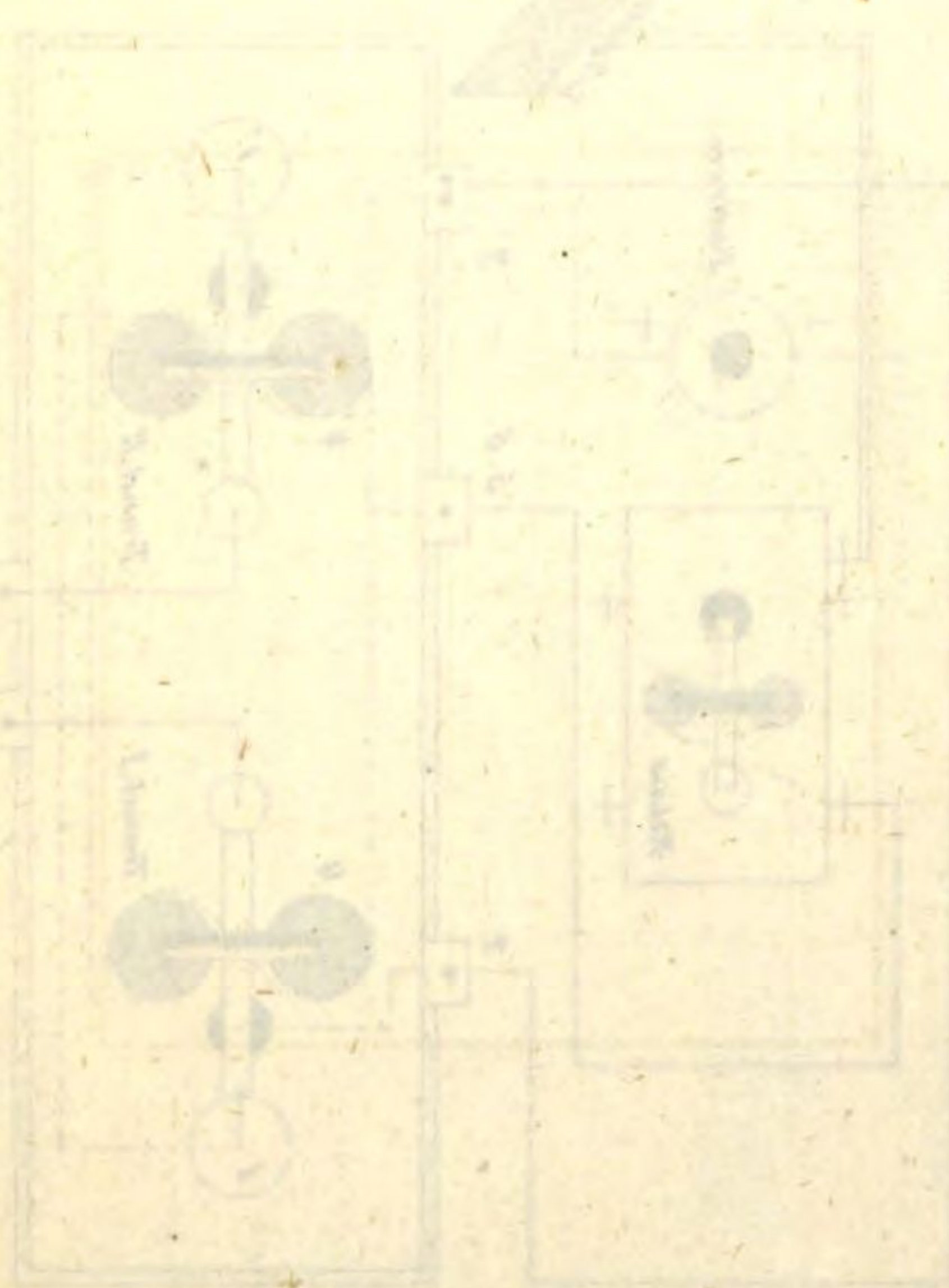


Fig. 101.

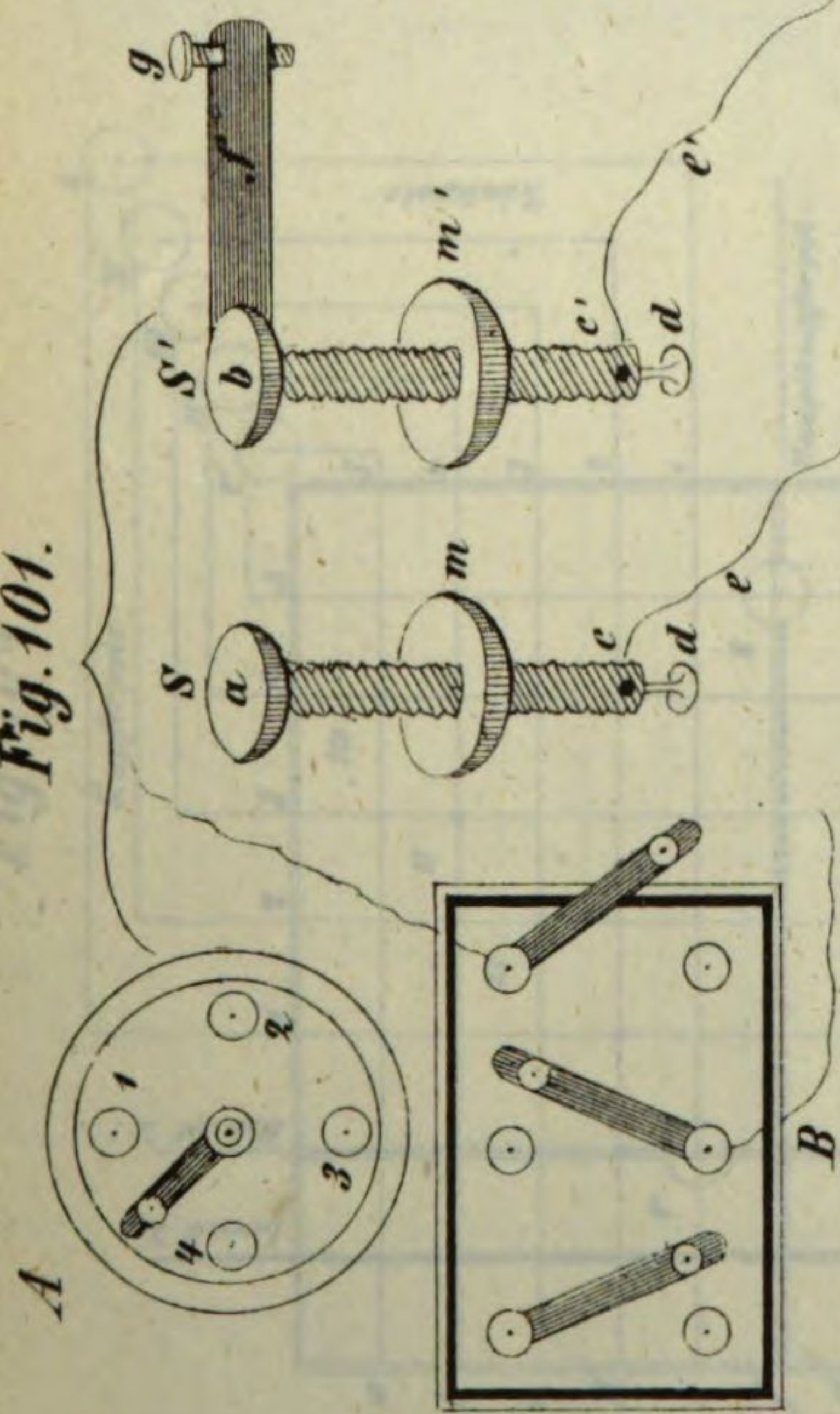


Fig. 100.

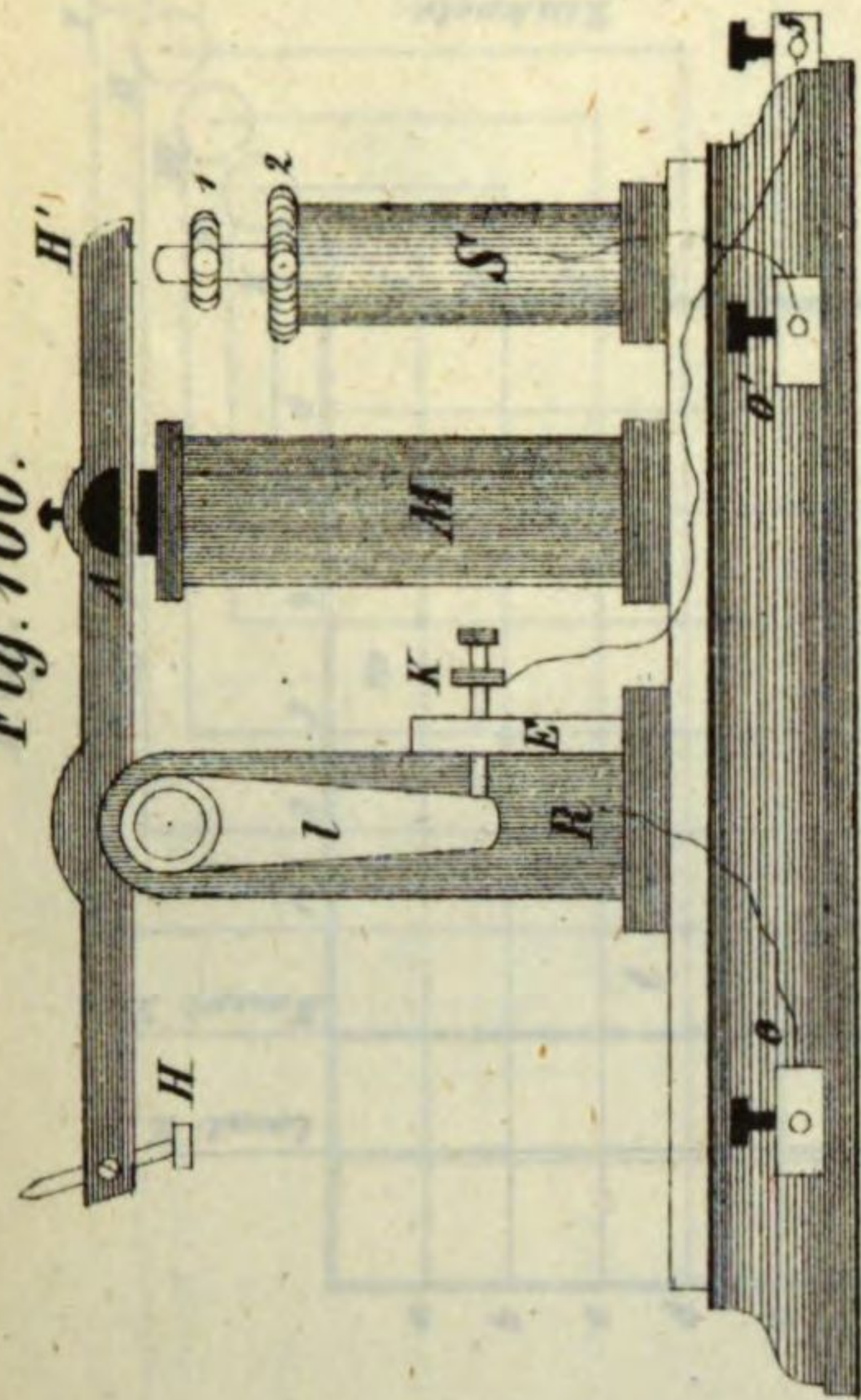


Fig. 103.

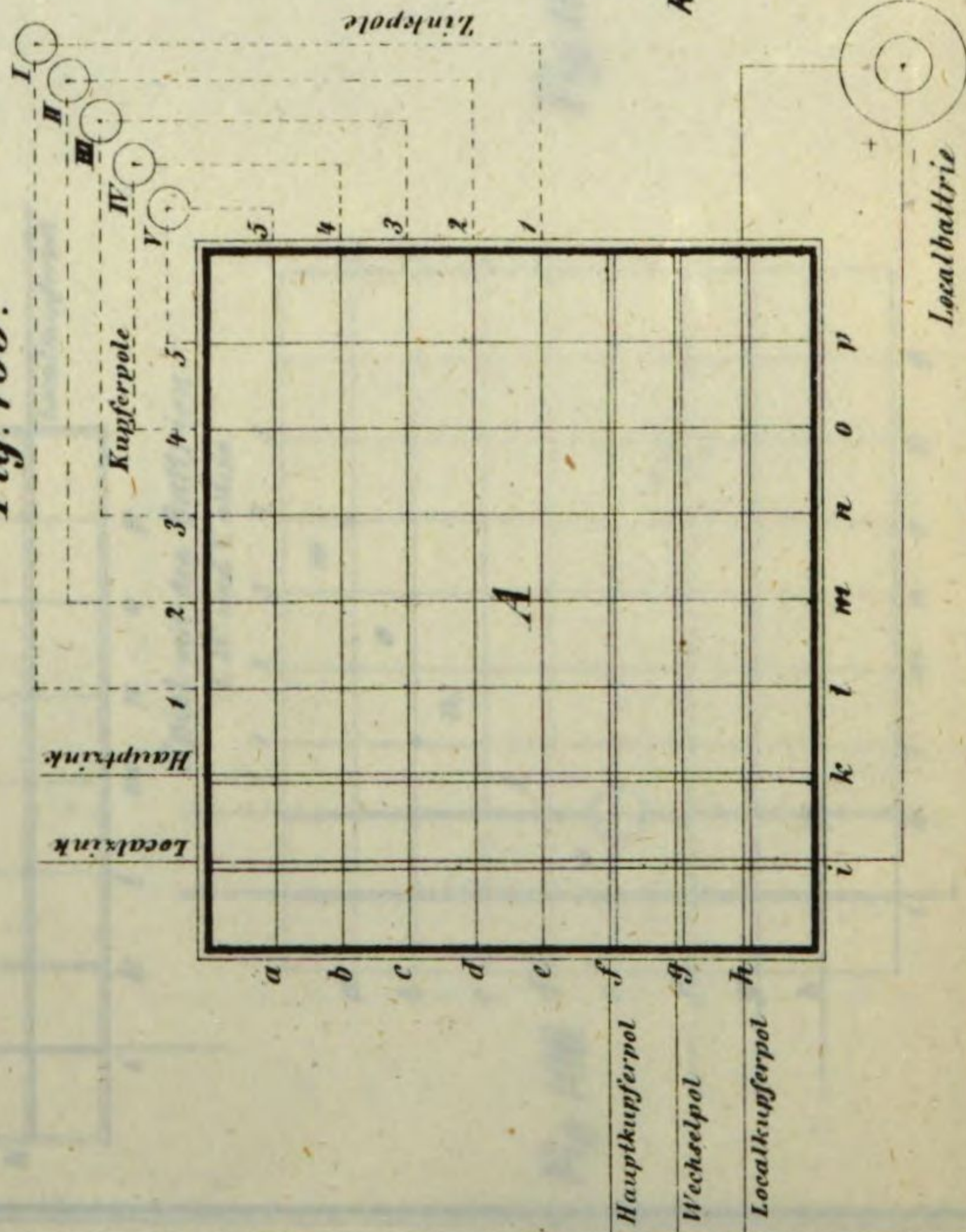
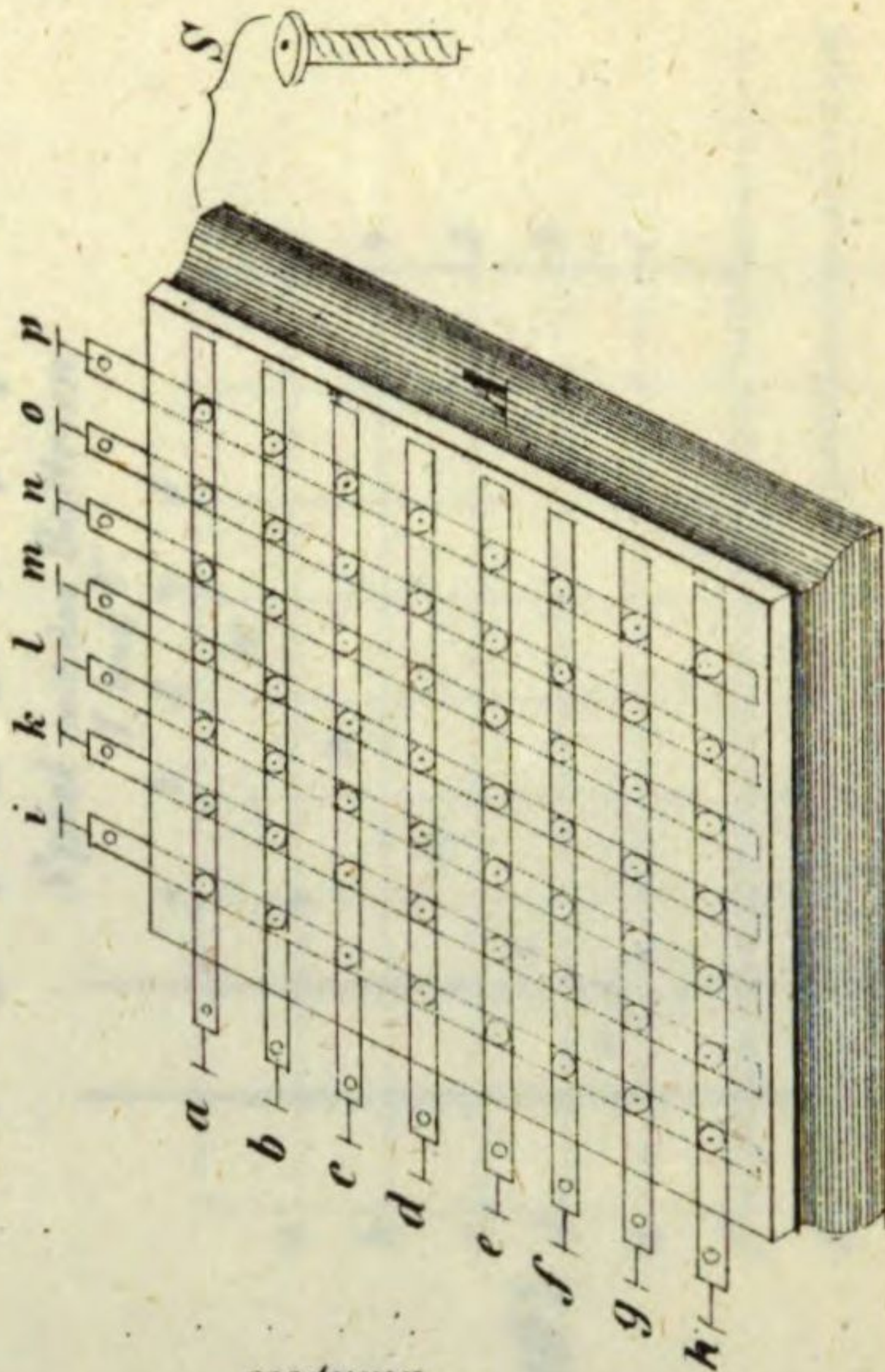


Fig. 102.



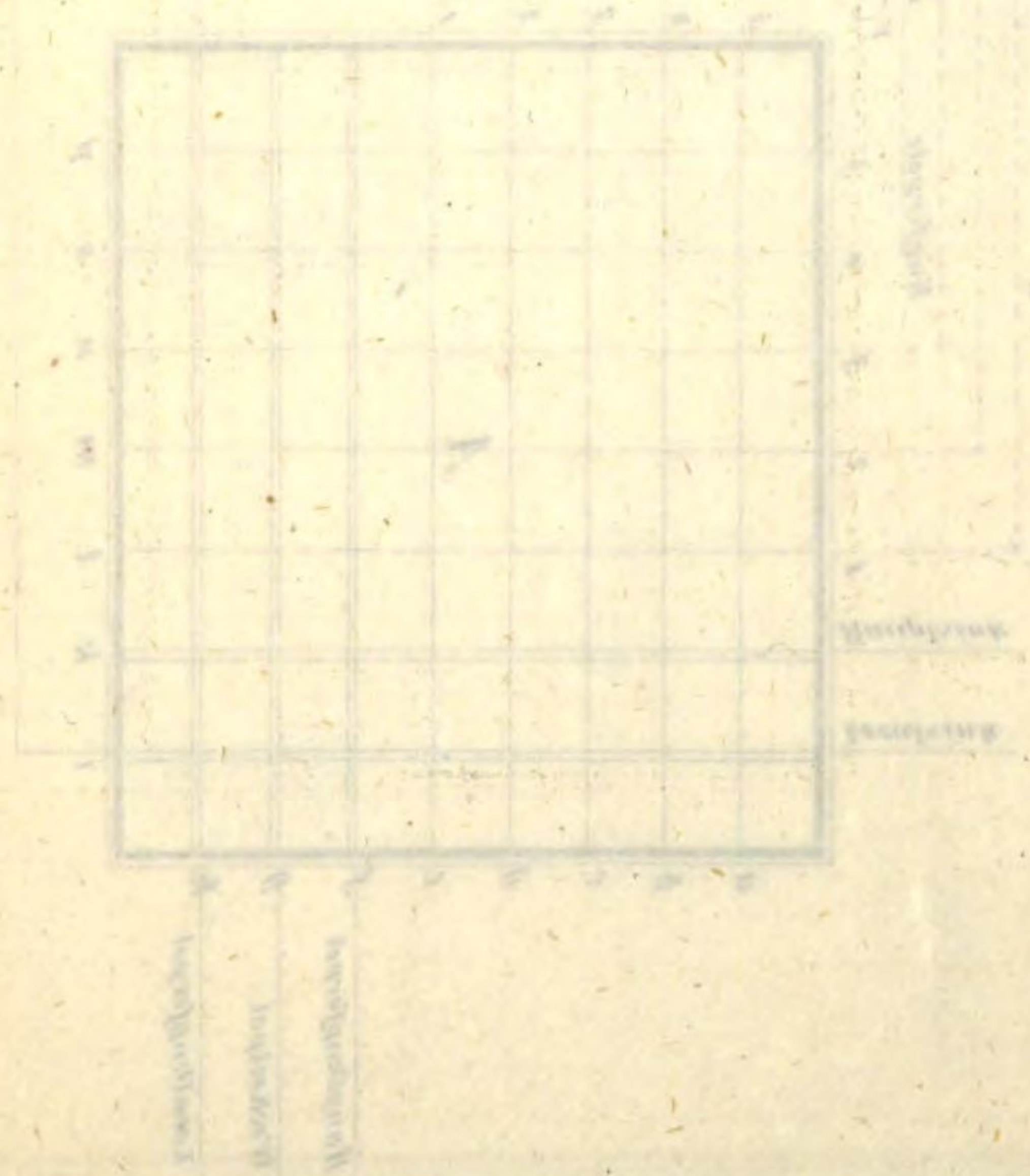
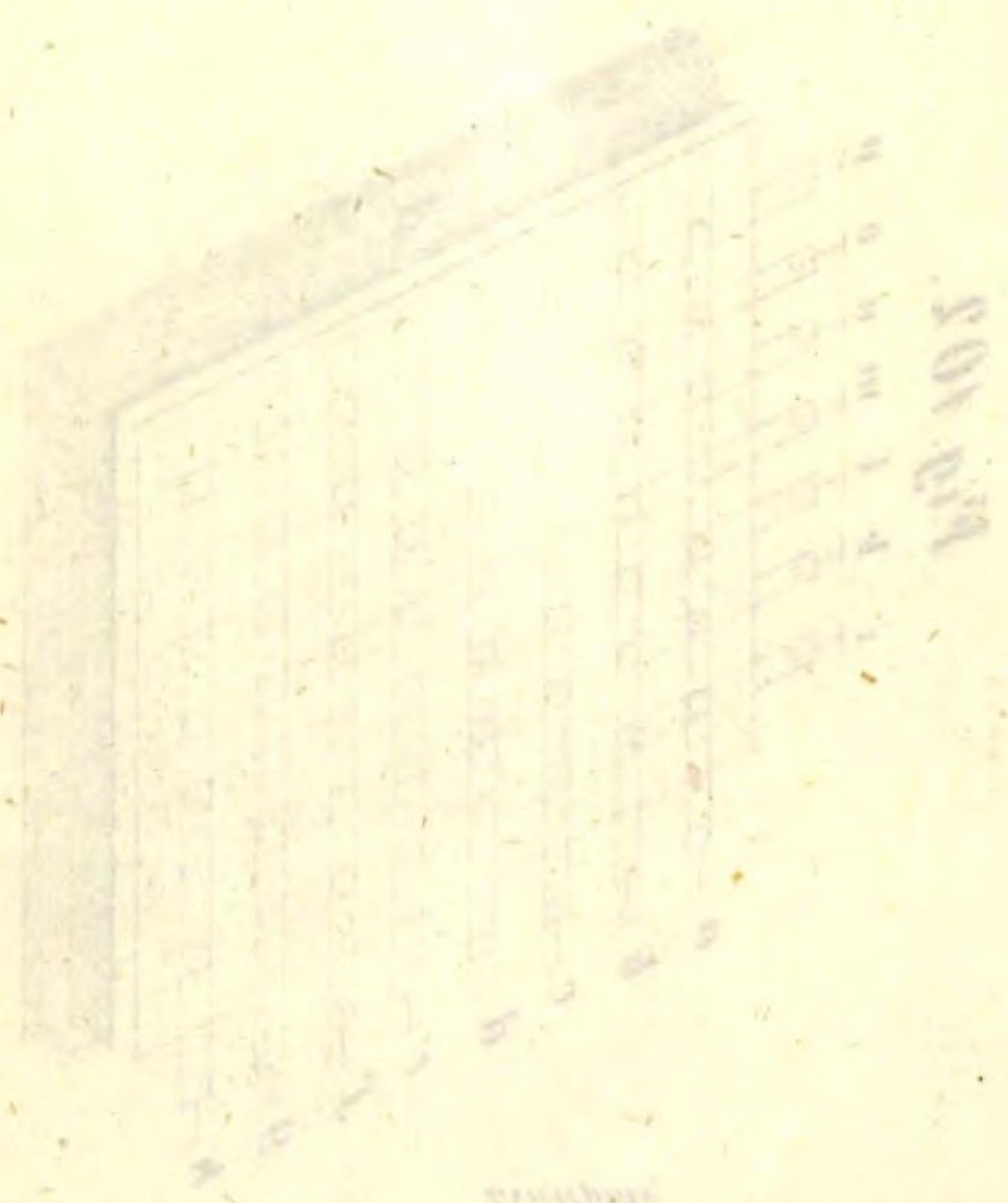
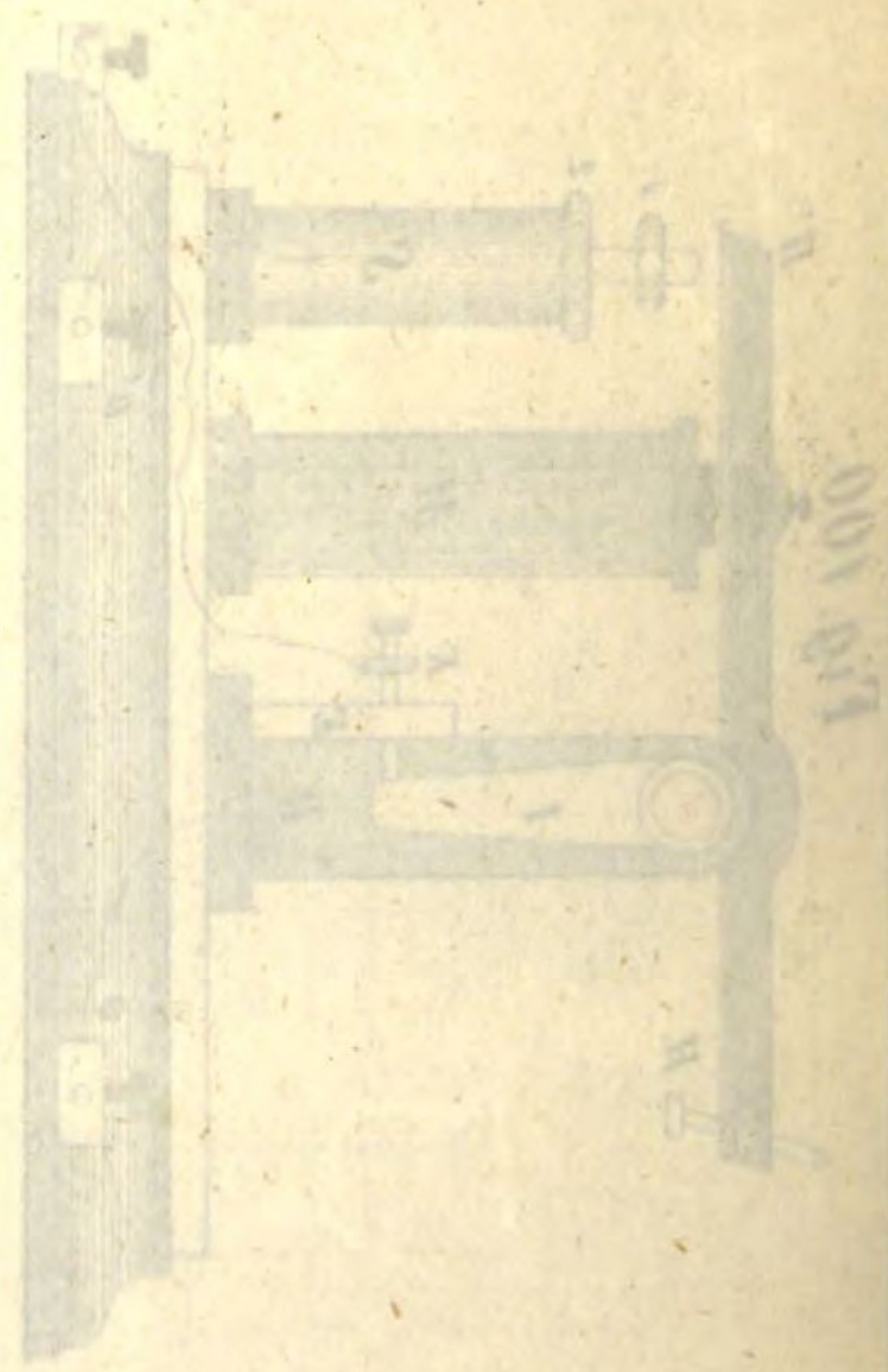


Fig. 104.

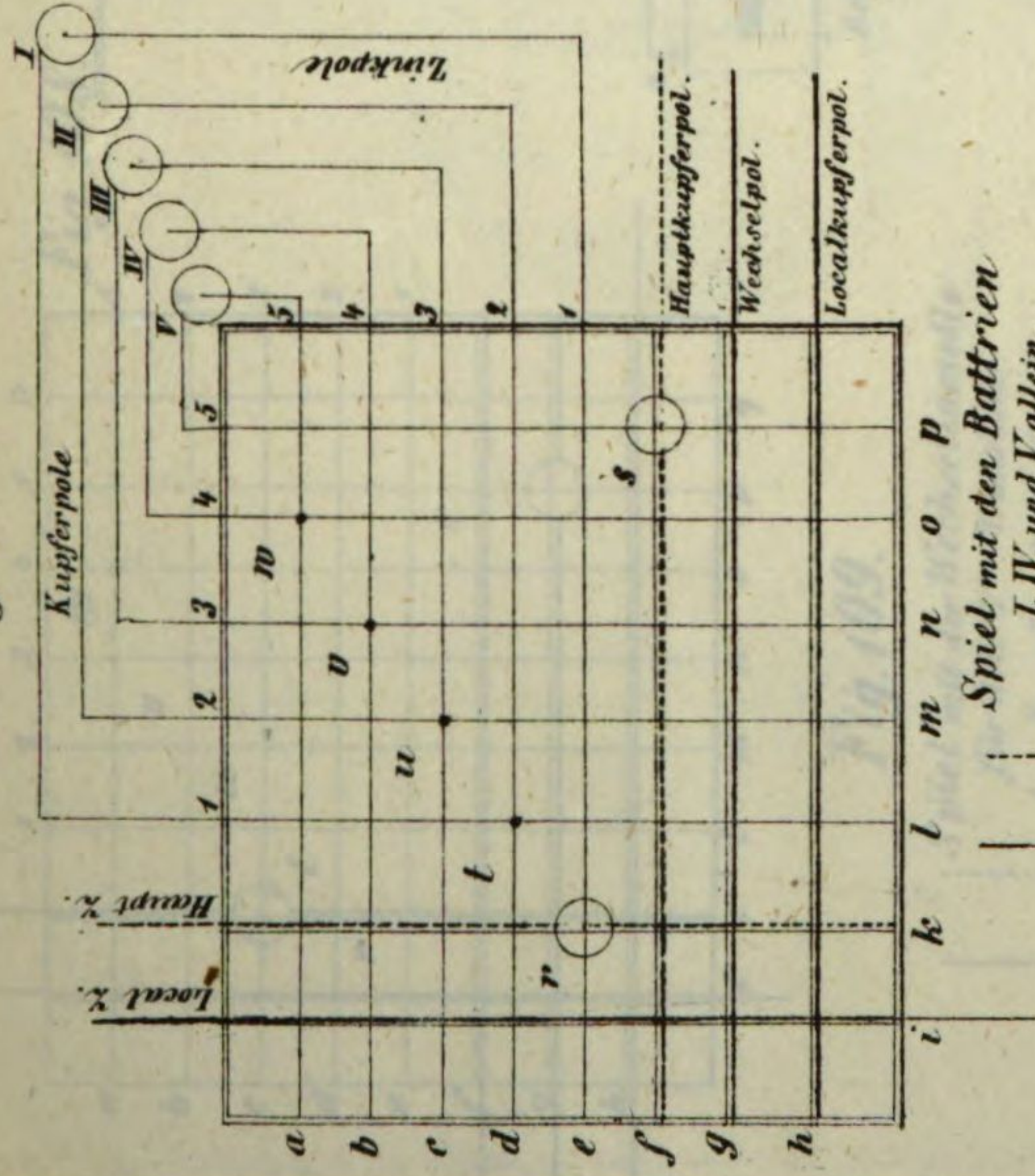


Fig. 106.

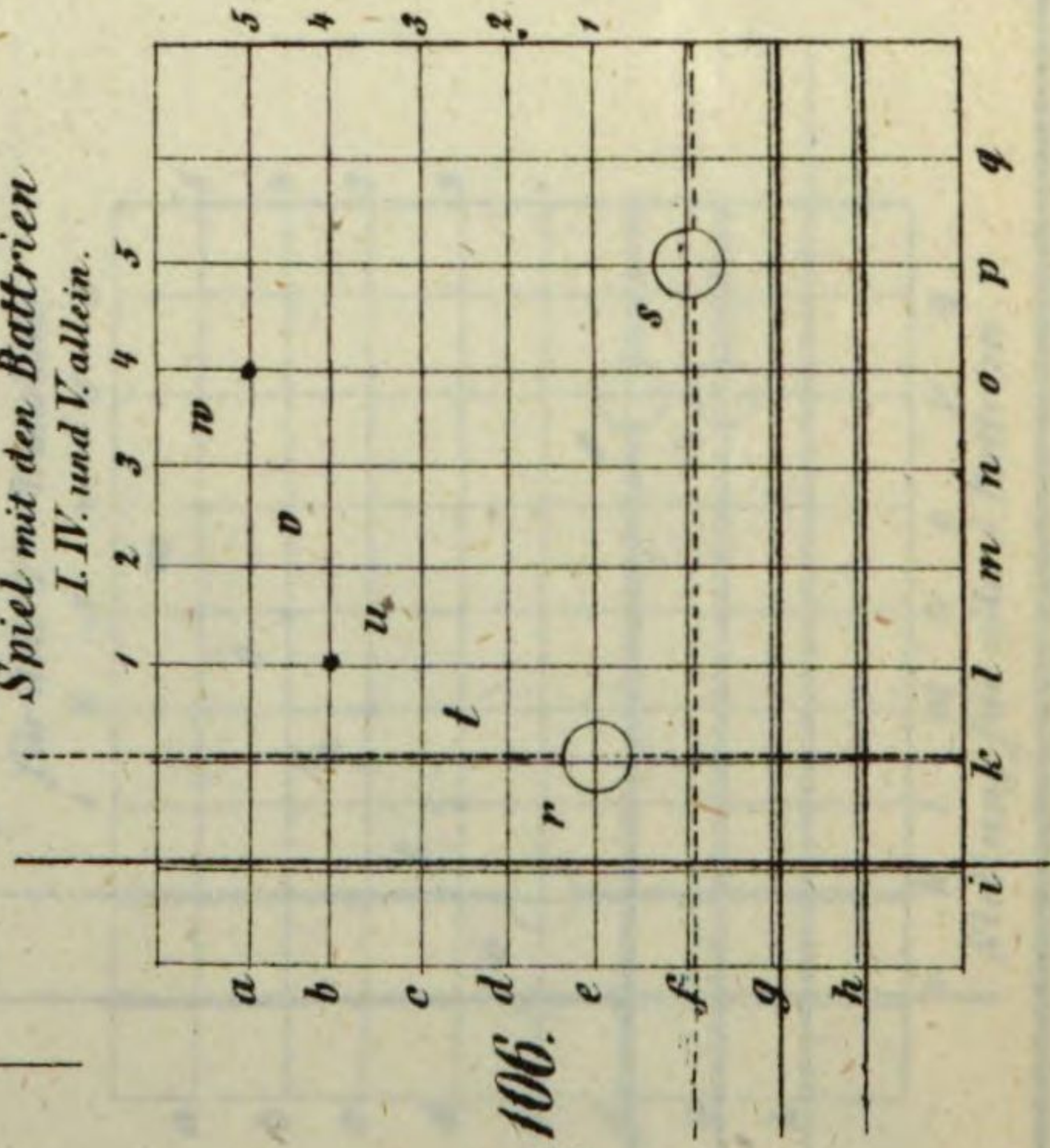
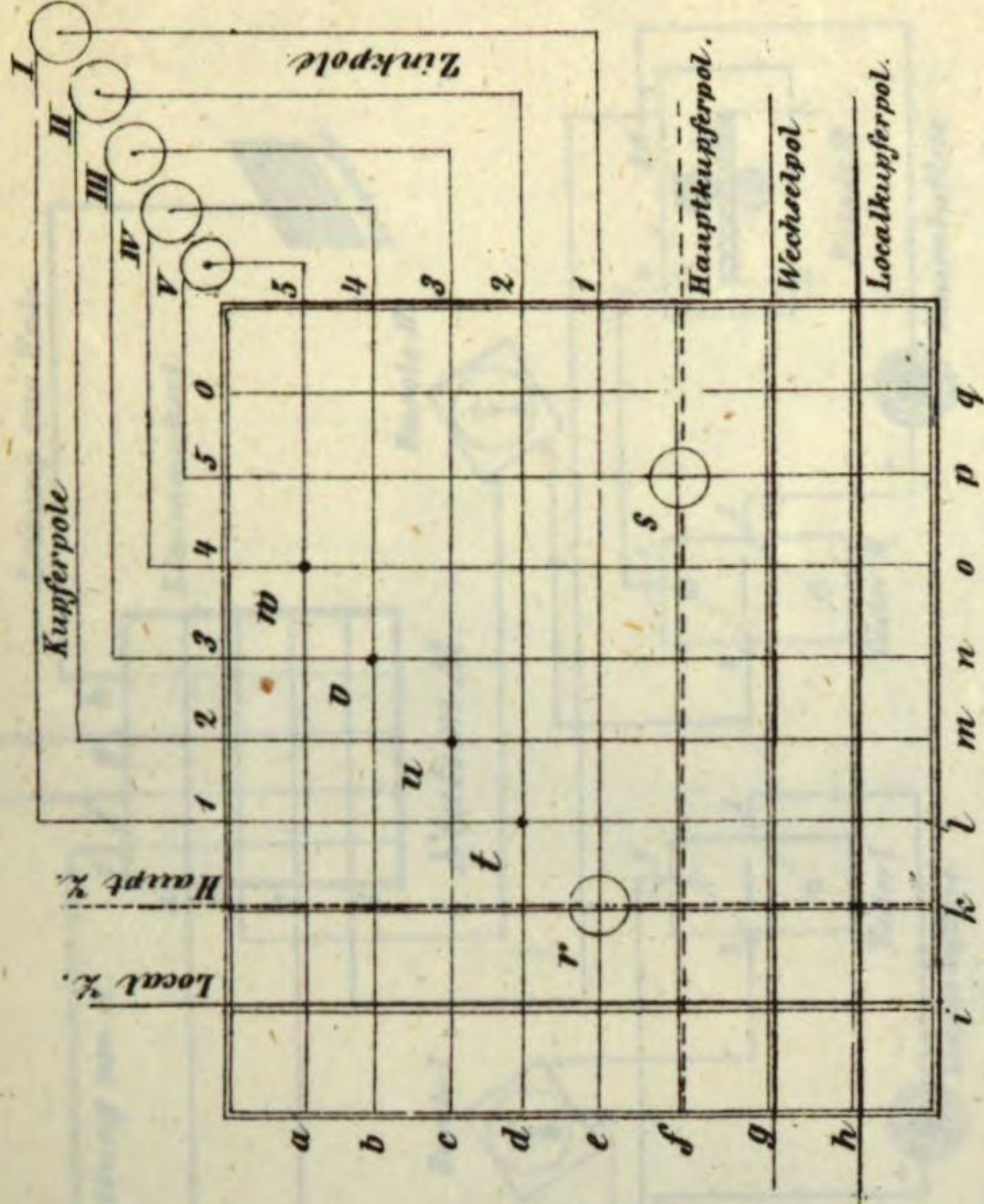


Fig. 105.



Spiel mit den Batterien I. und V.

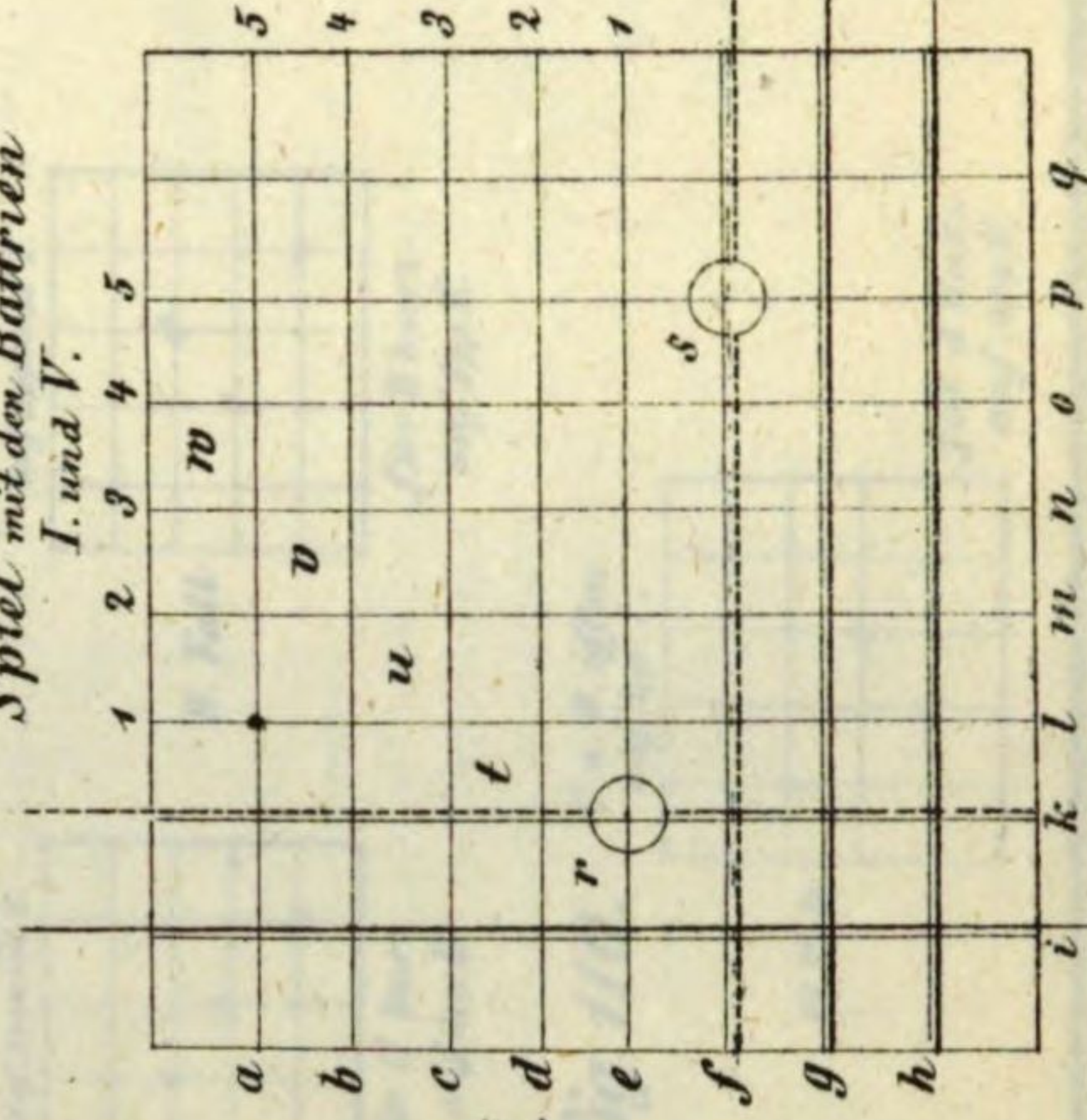


Fig. 107. d

Fig. 101

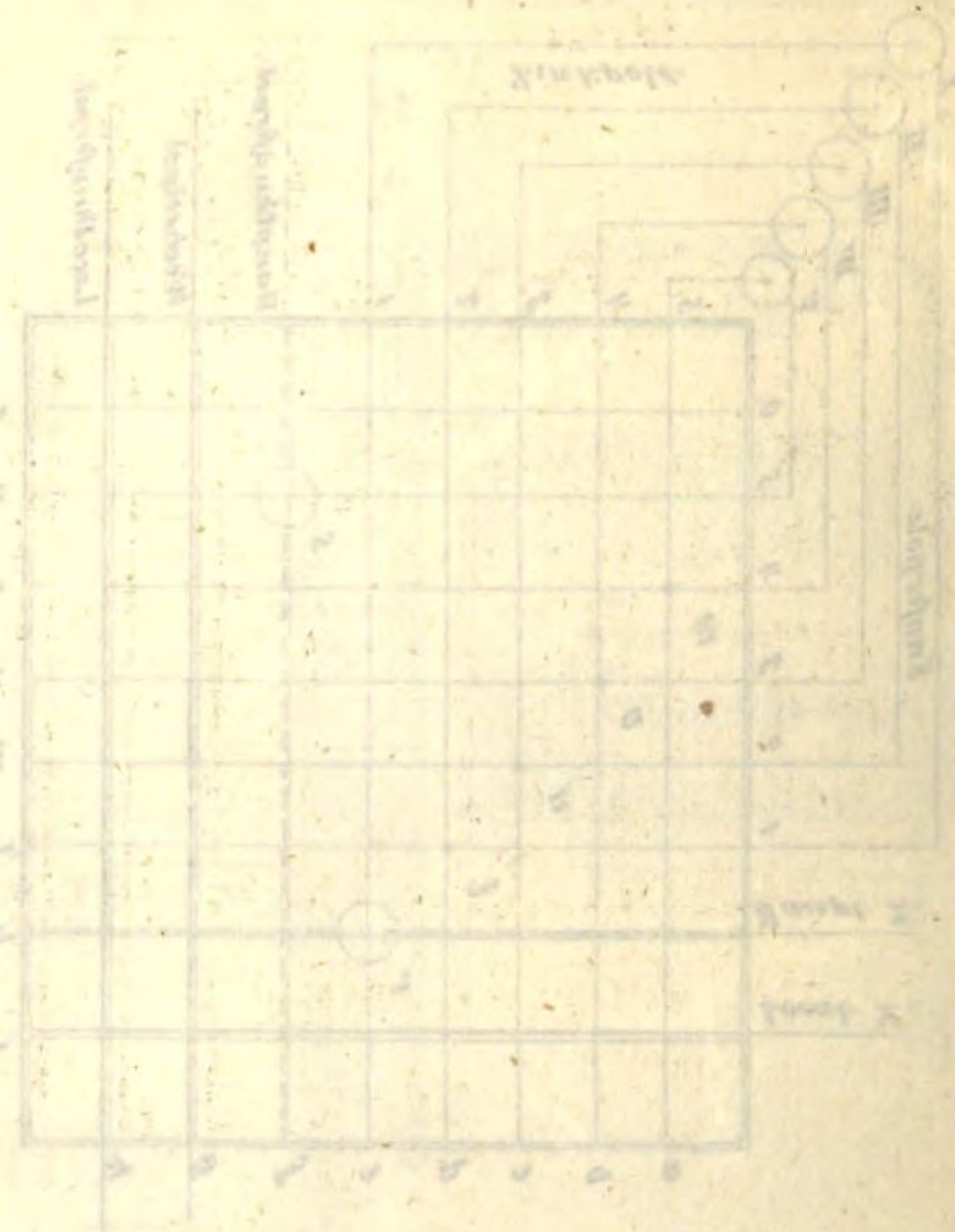


Fig. 102

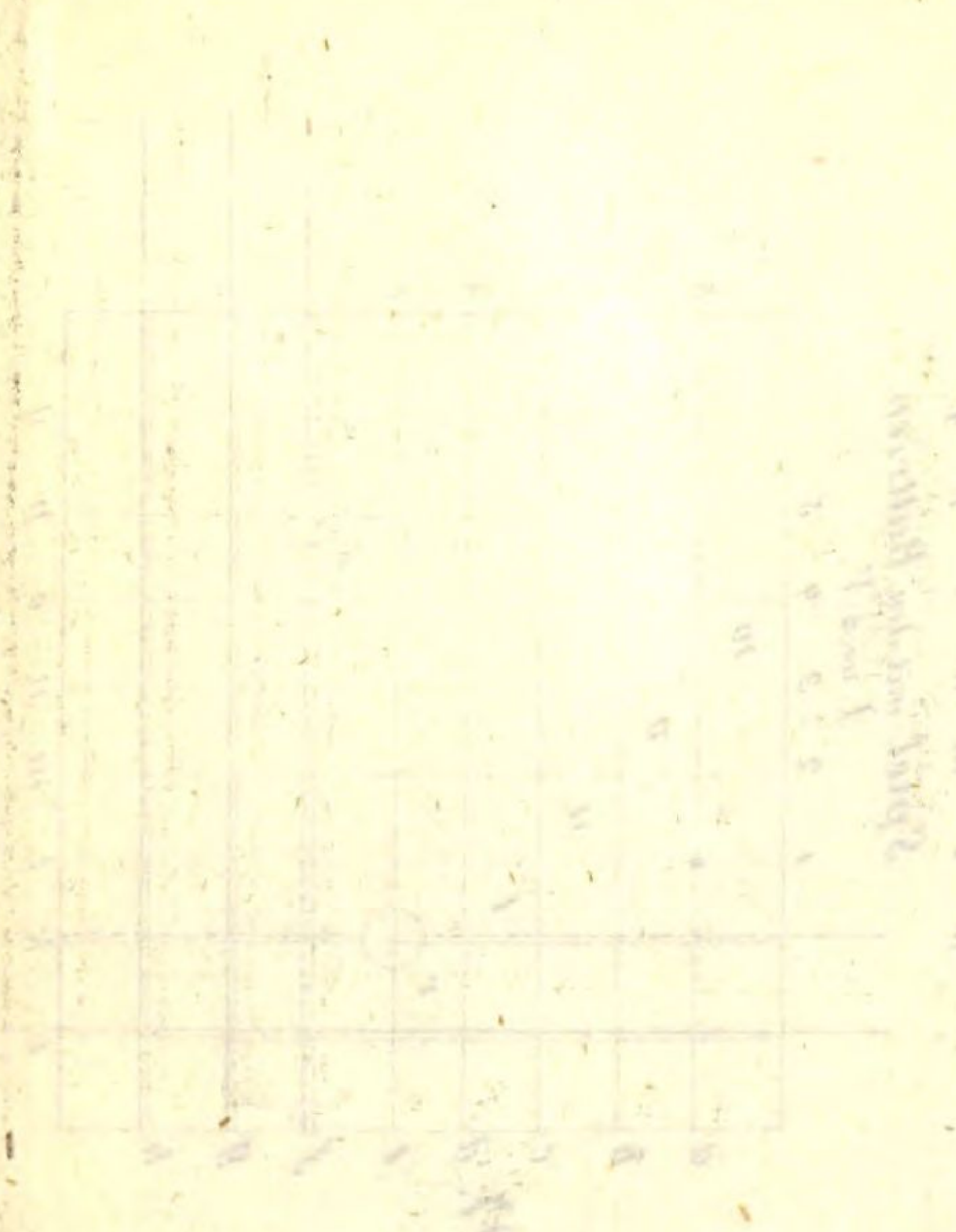


Fig. 103

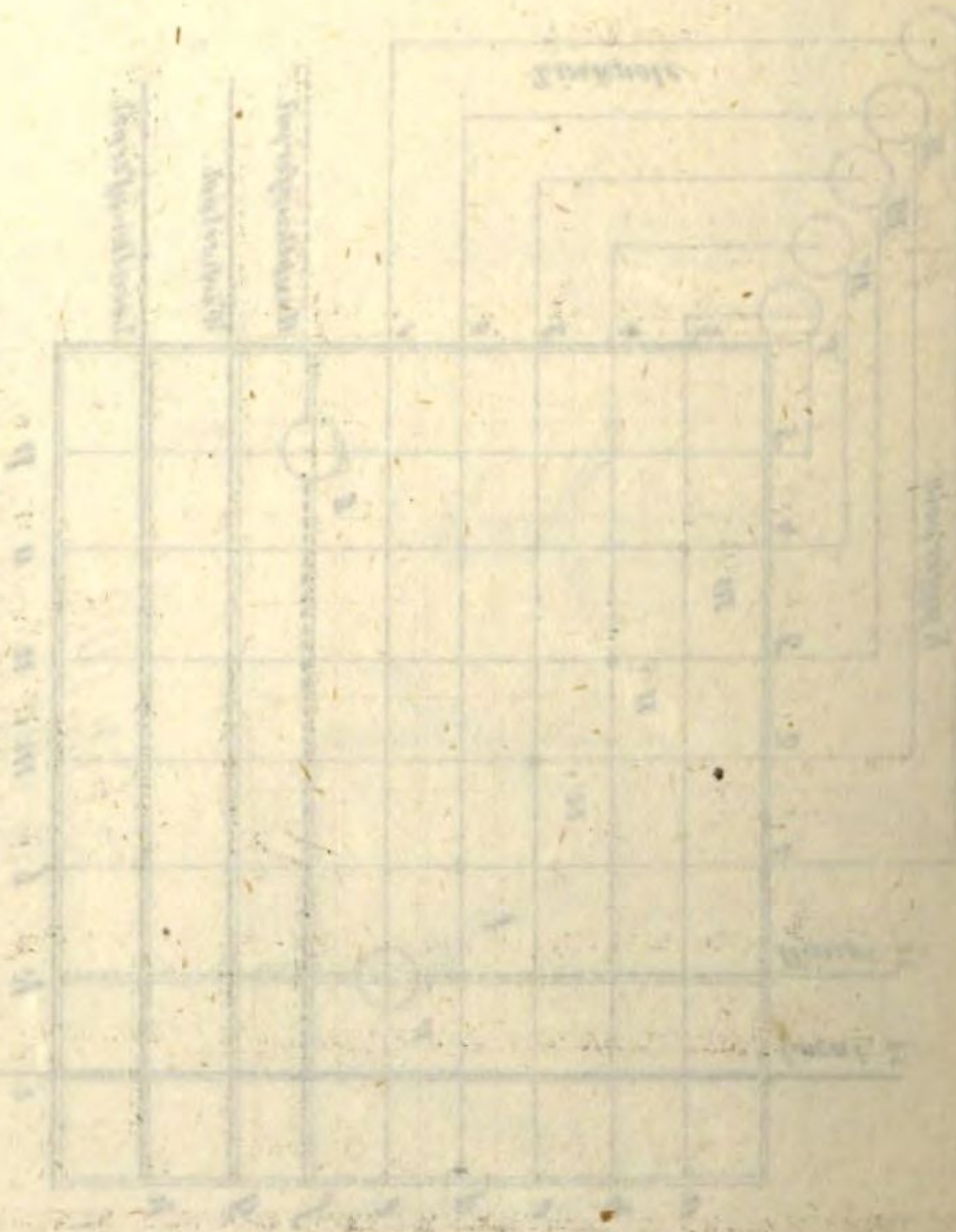
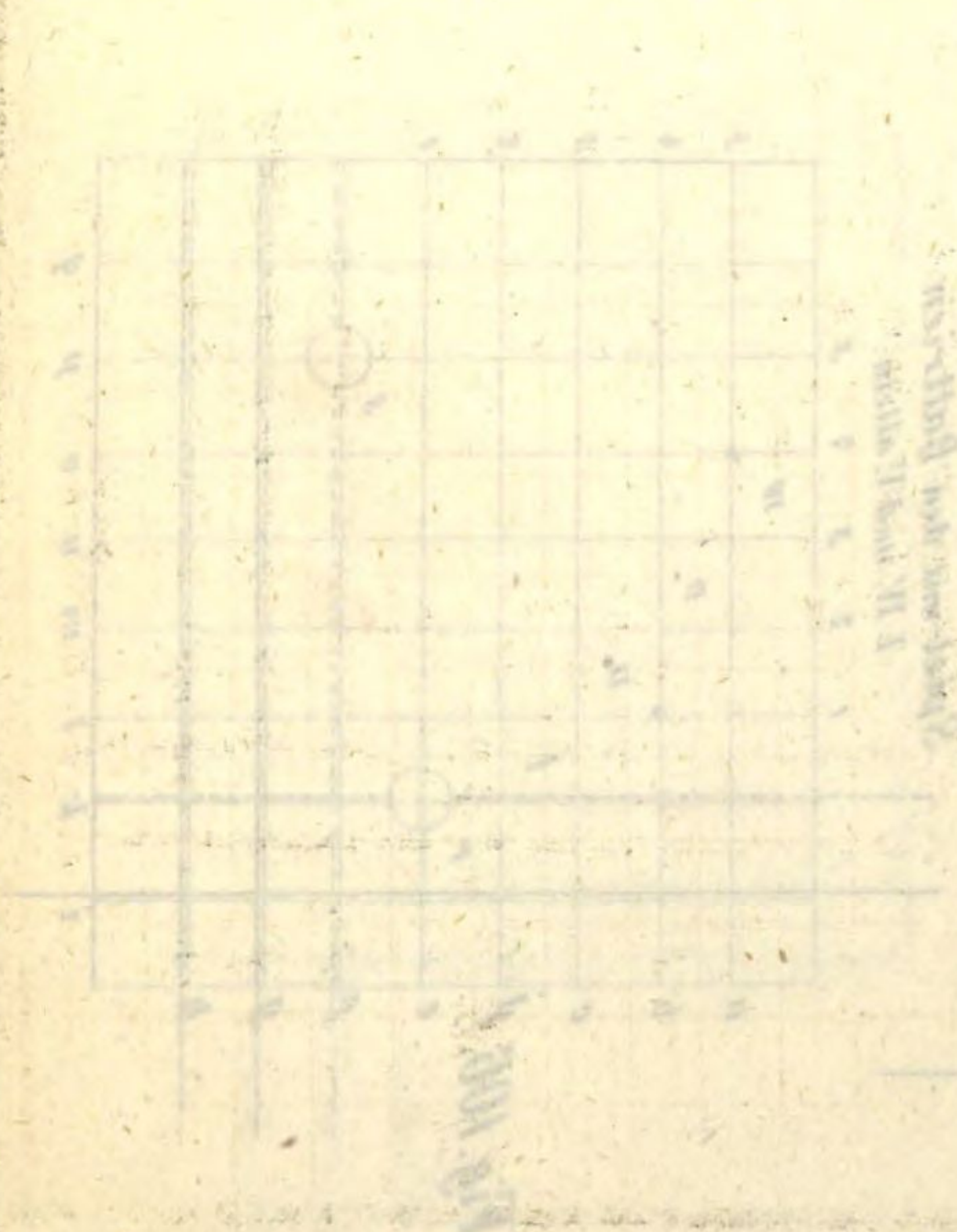


Fig. 104



Spiel mit den Batterien
III. IV und V

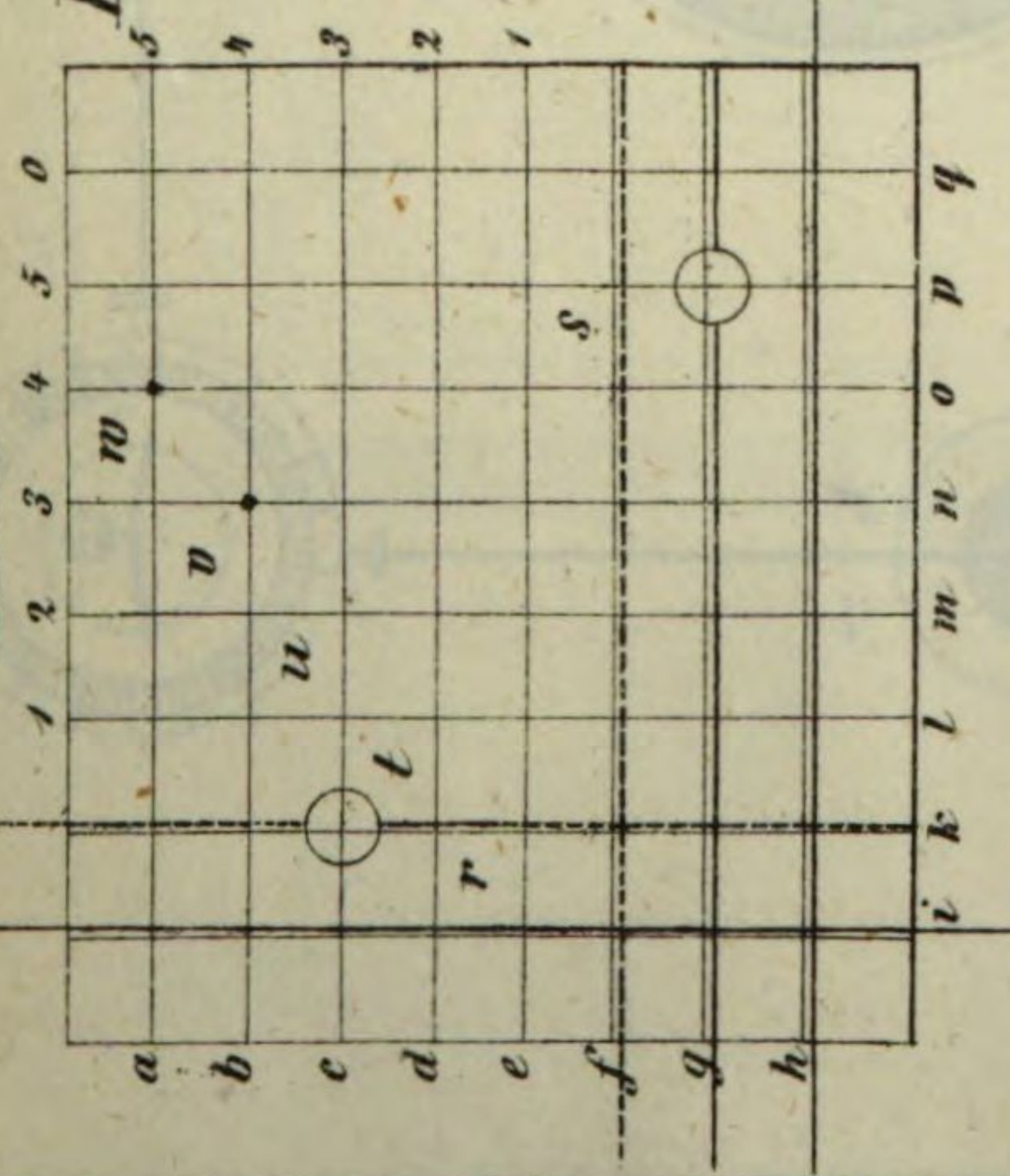
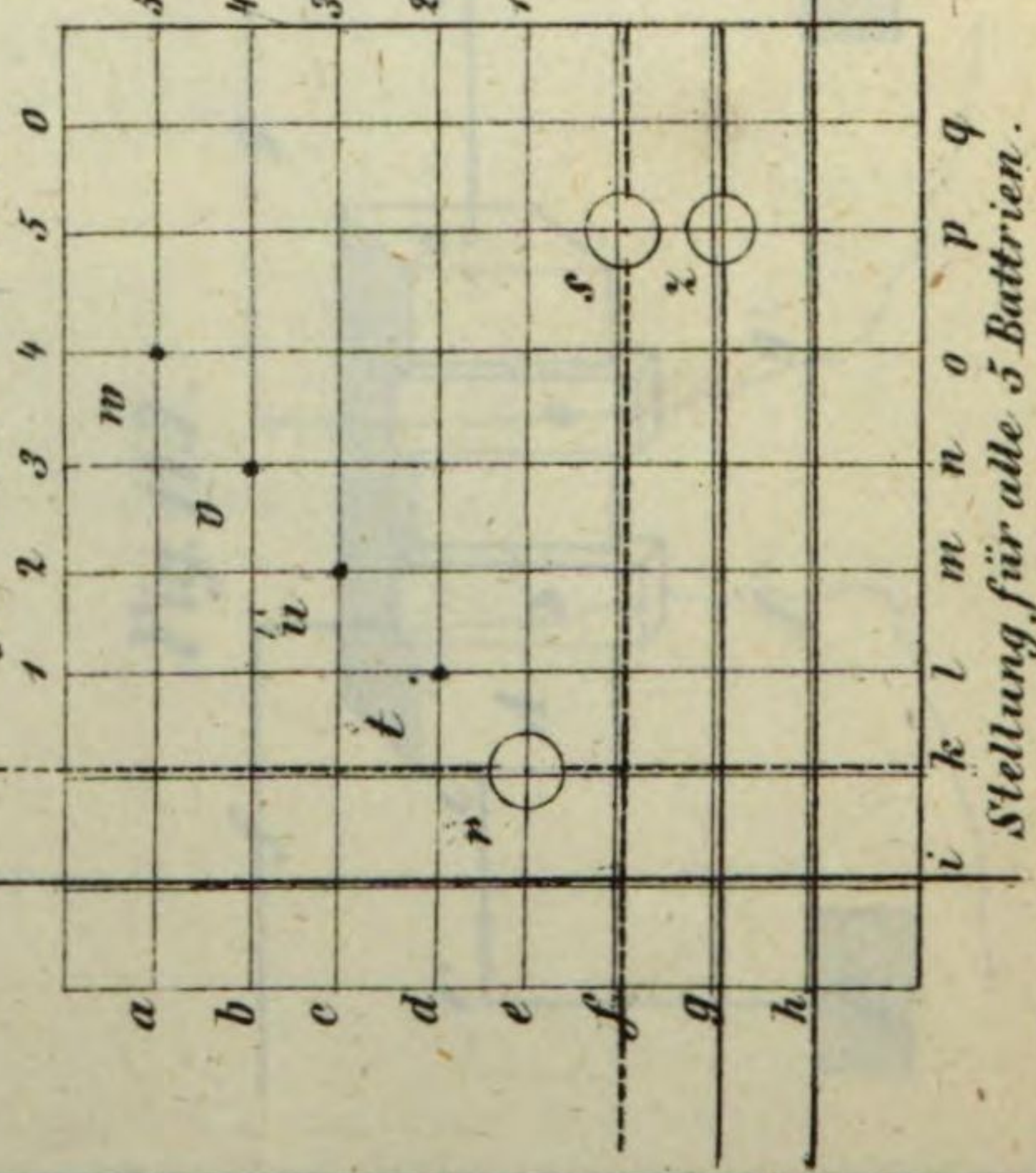


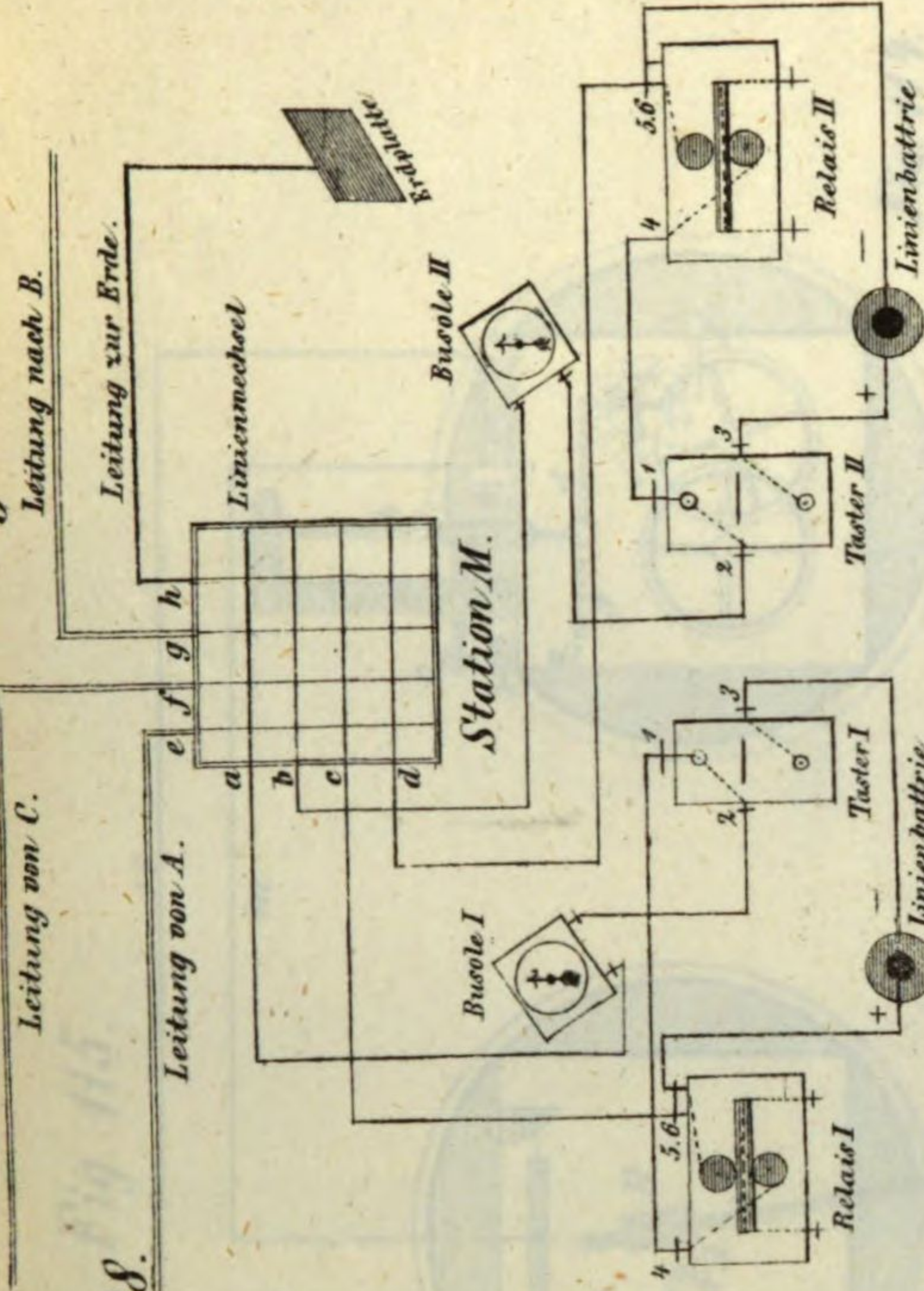
Fig. 109.

Spiel mit der Wechsellamelle
für den 2^{ten} Translator.

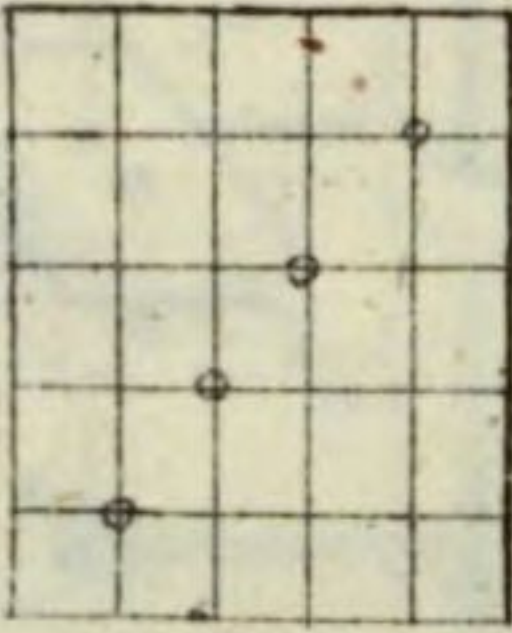


Stellung für alle 5 Batterien.

Fig. 111.

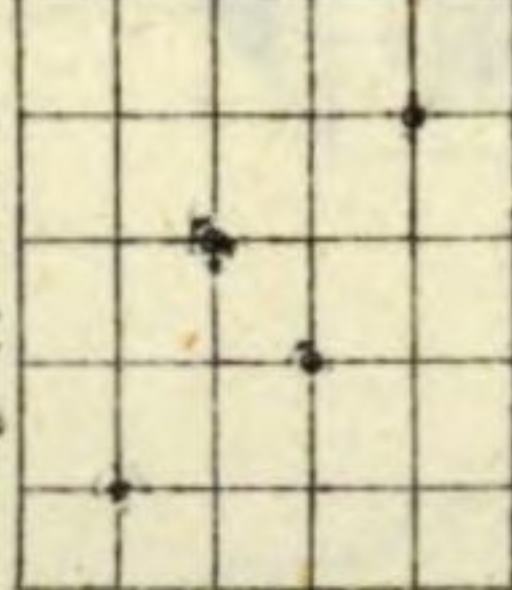


für A u. B. offen
auf Apparat I.



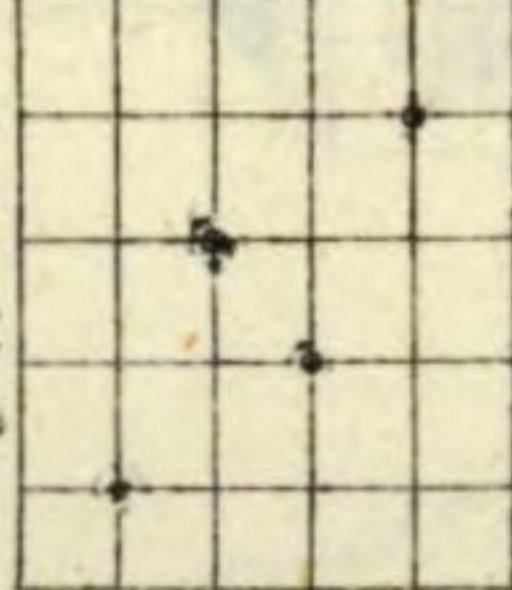
I. Fall

für A u. C. offen
auf Apparat I.



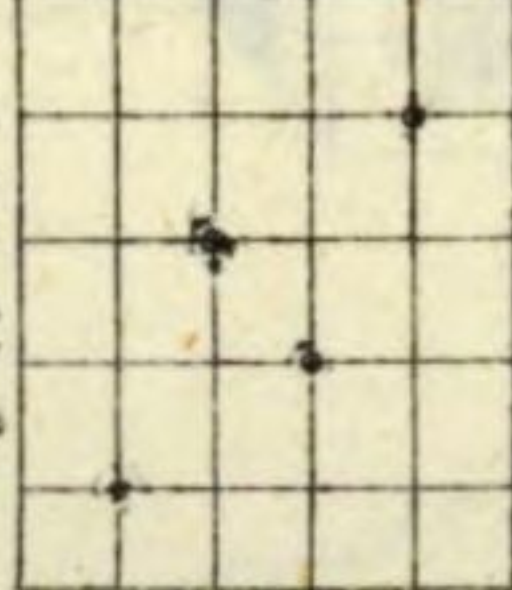
II. Fall

für B kurz
auf App. II.



III. Fall

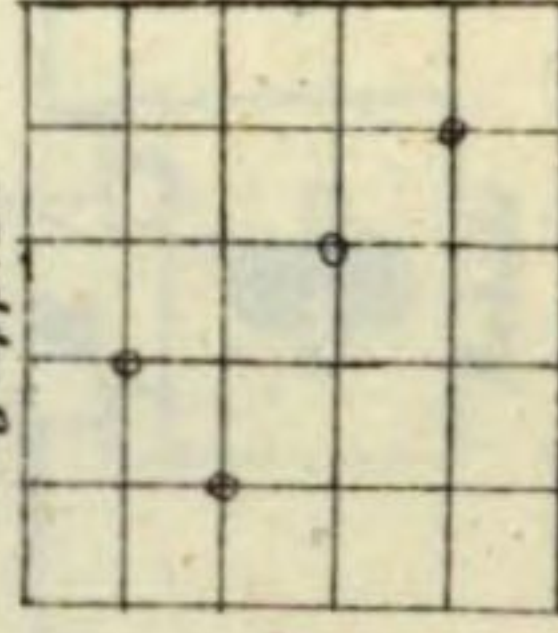
für A kurz
auf App. II.



IV. Fall

Fig. 110.

C u. B. offen
auf App. I.



III. Fall

für A kurz
auf App. II.

für B kurz
auf App. II.

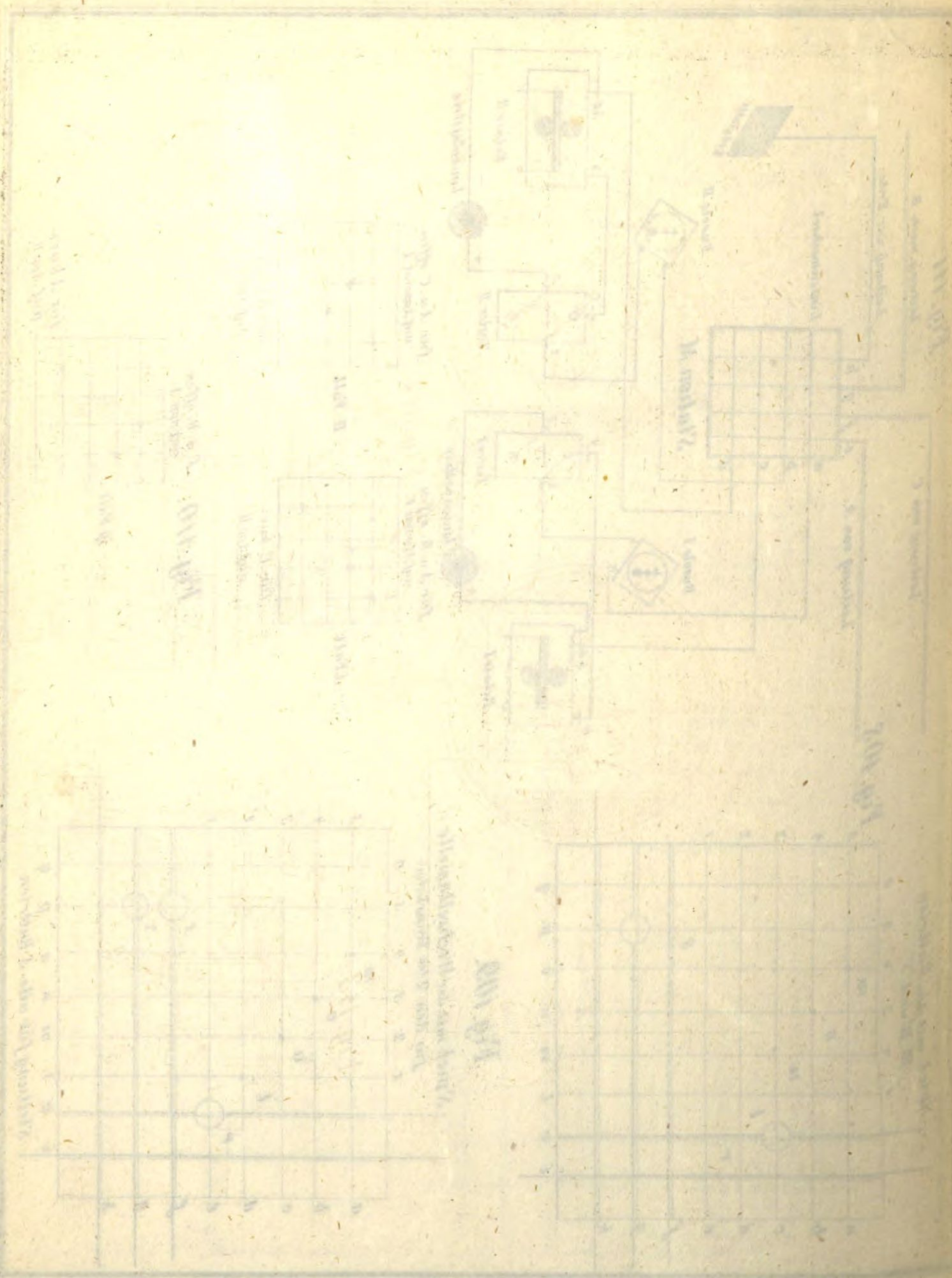


Fig. 115.

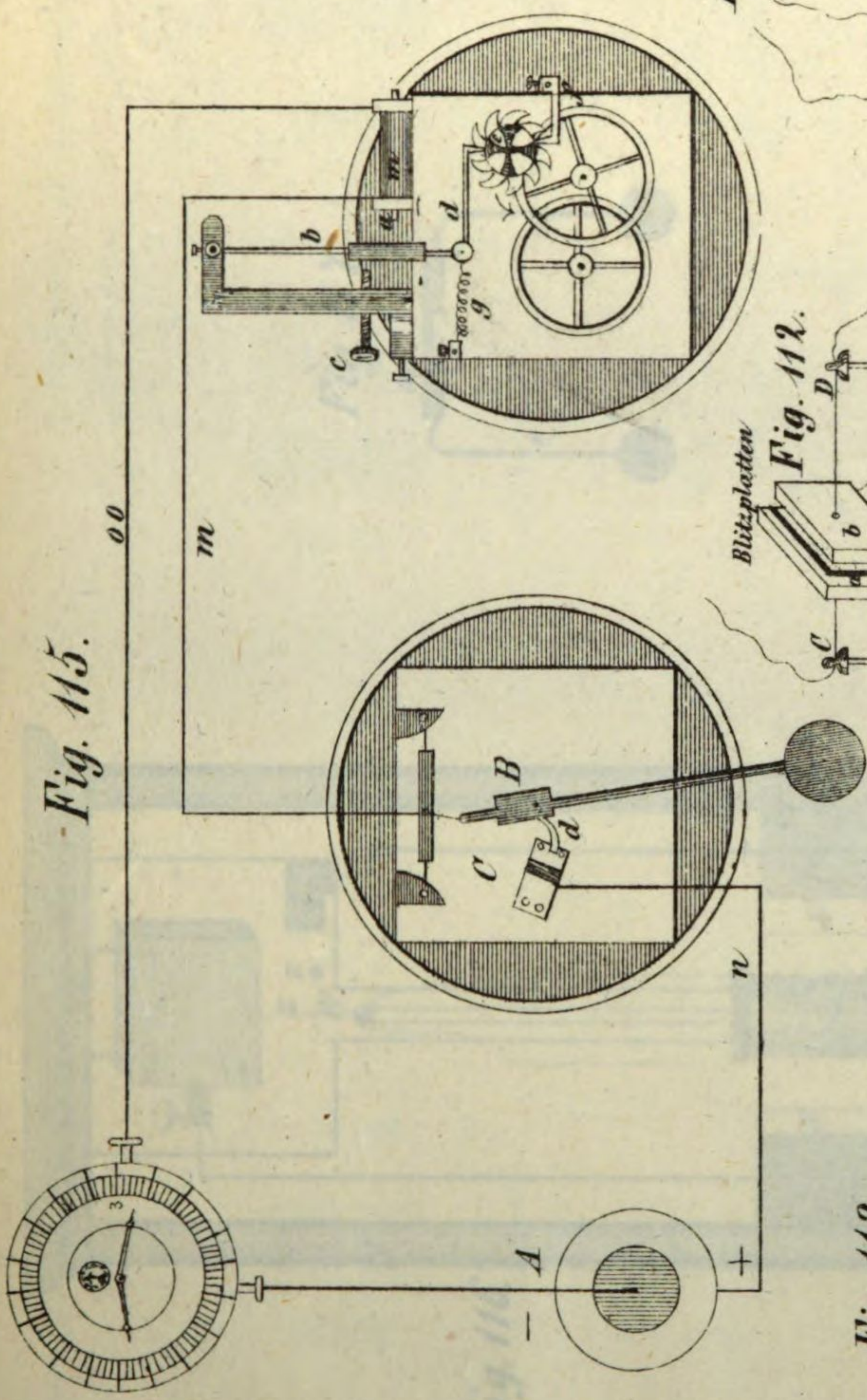


Fig. 114.

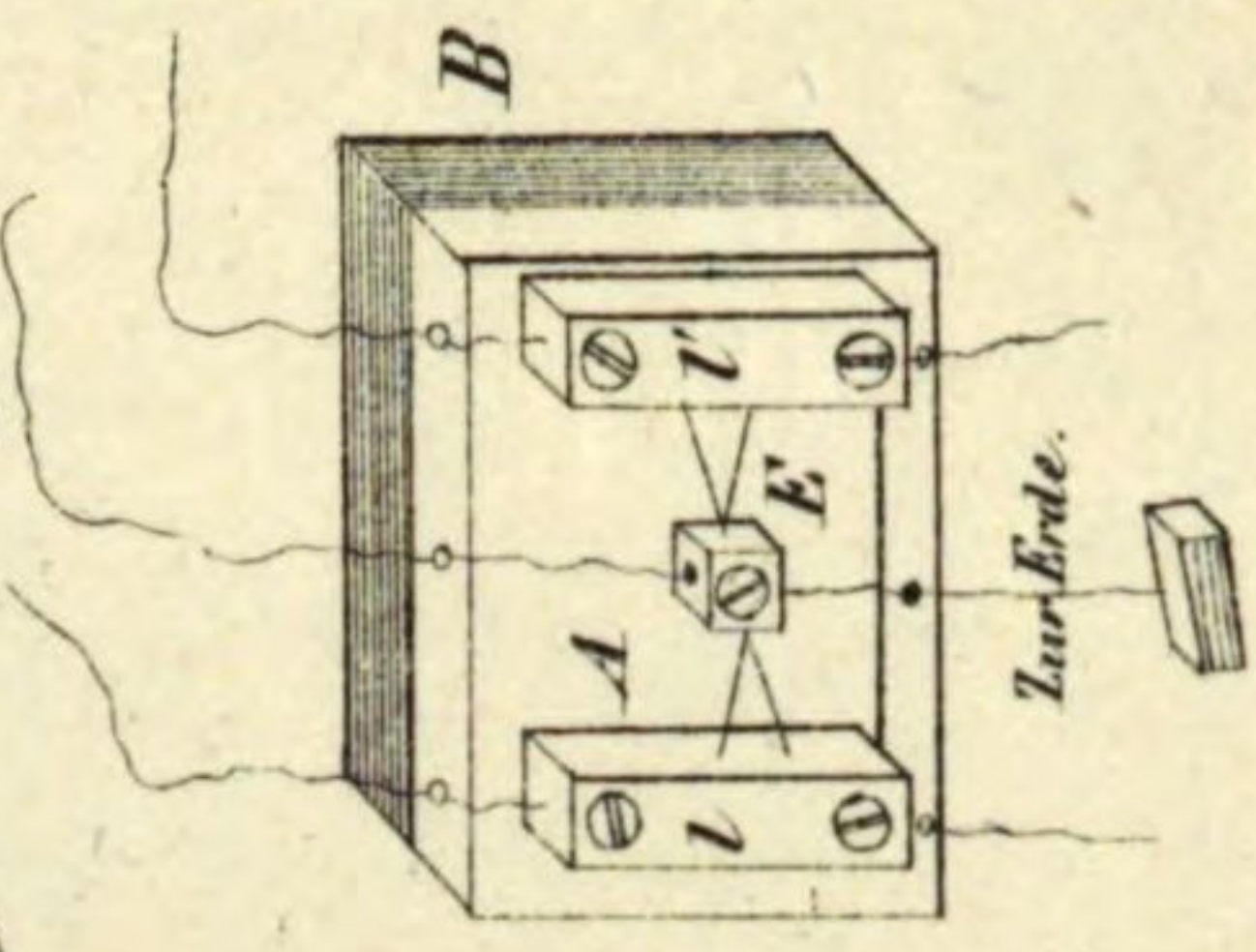


Fig. 112.

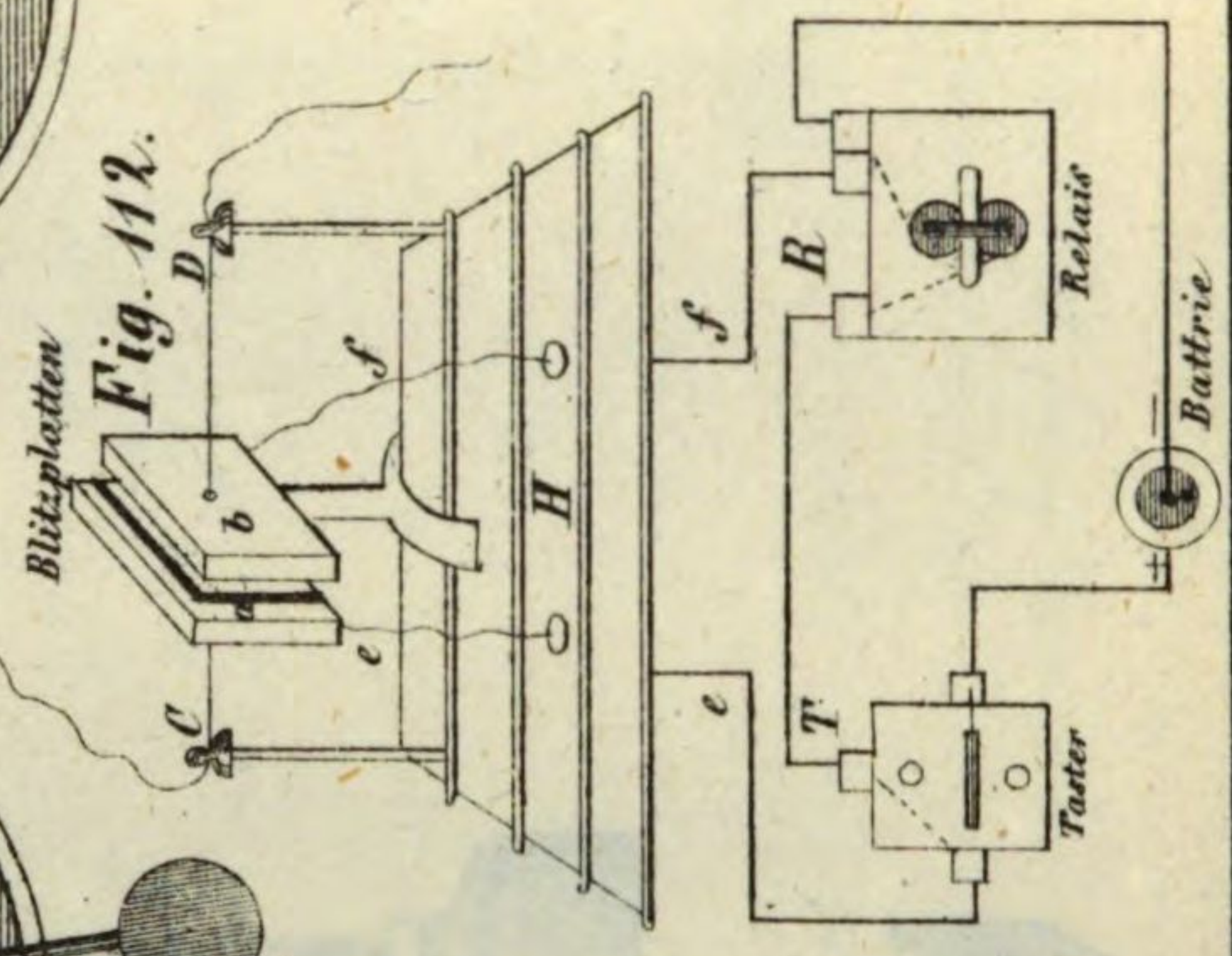
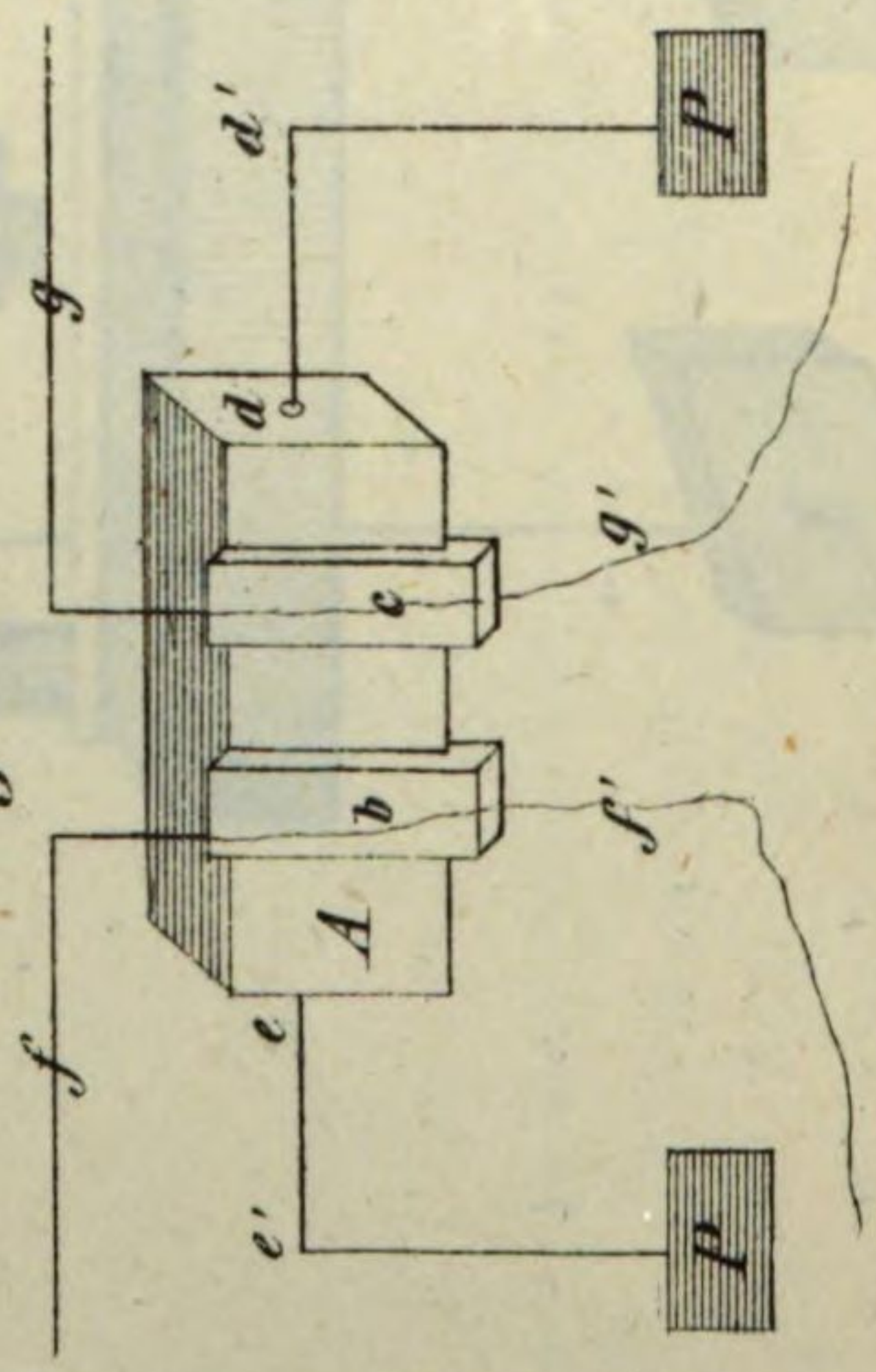
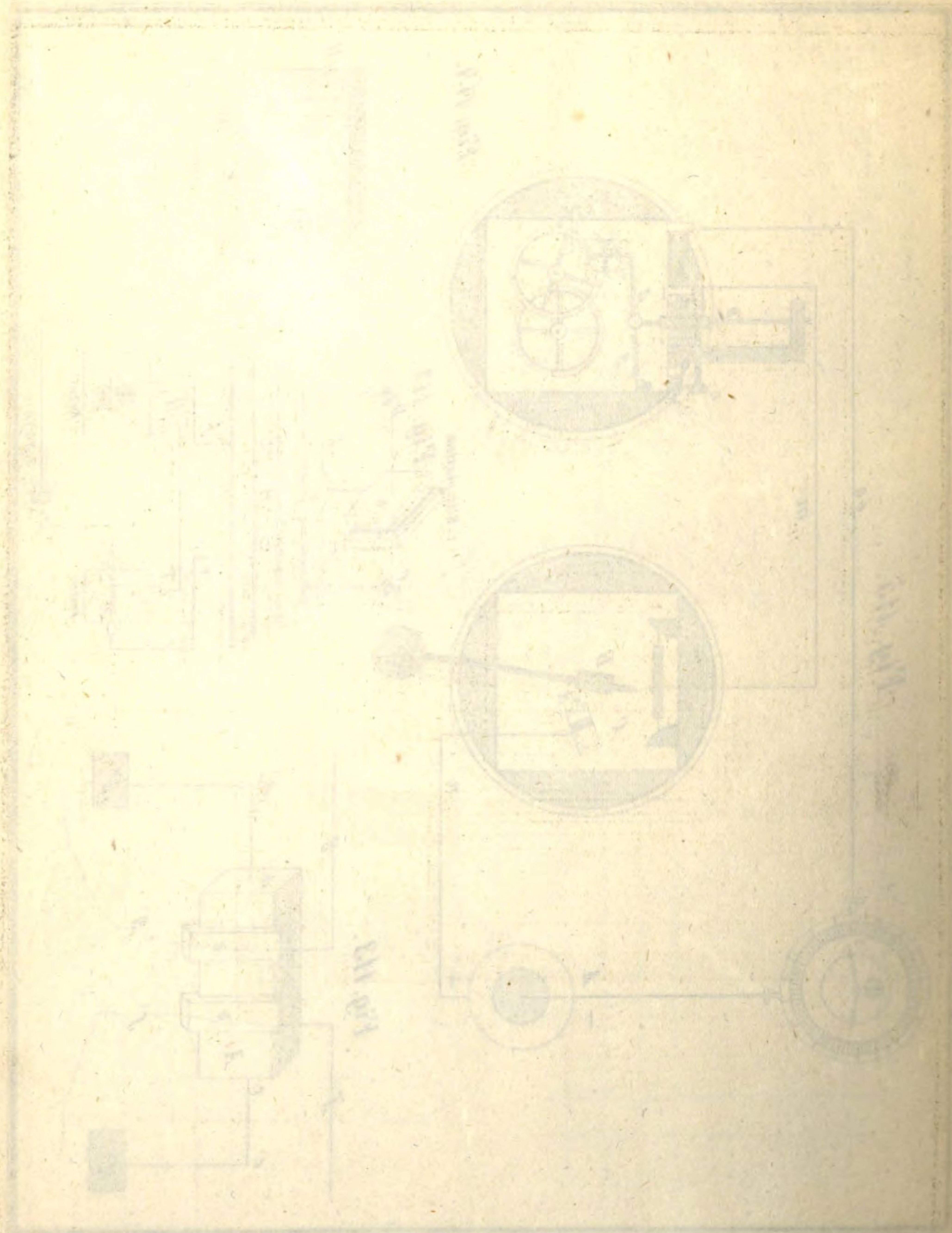


Fig. 113.





المحرك

المضخة

الماء

المحرك

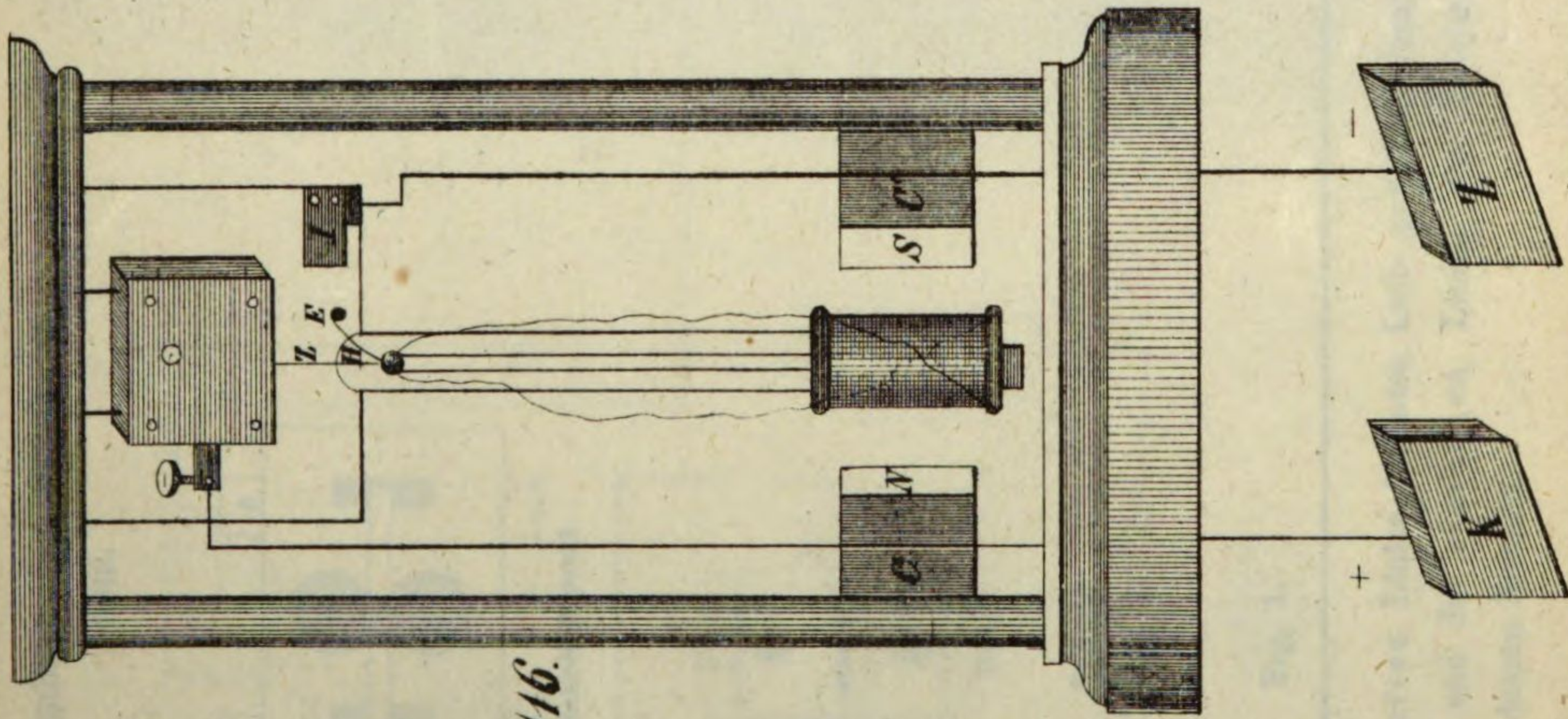
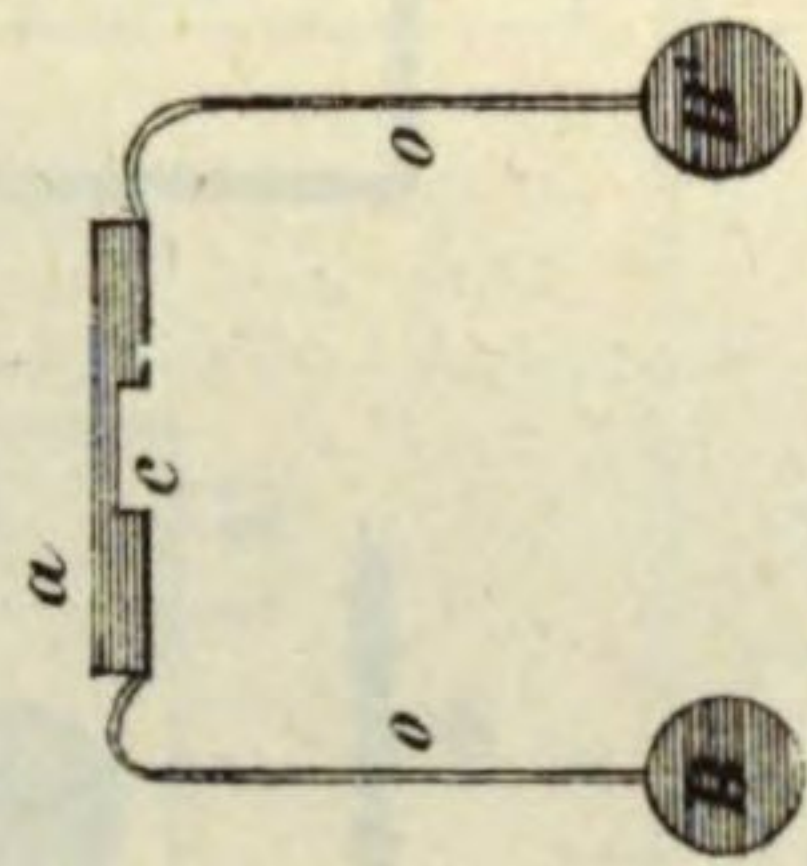
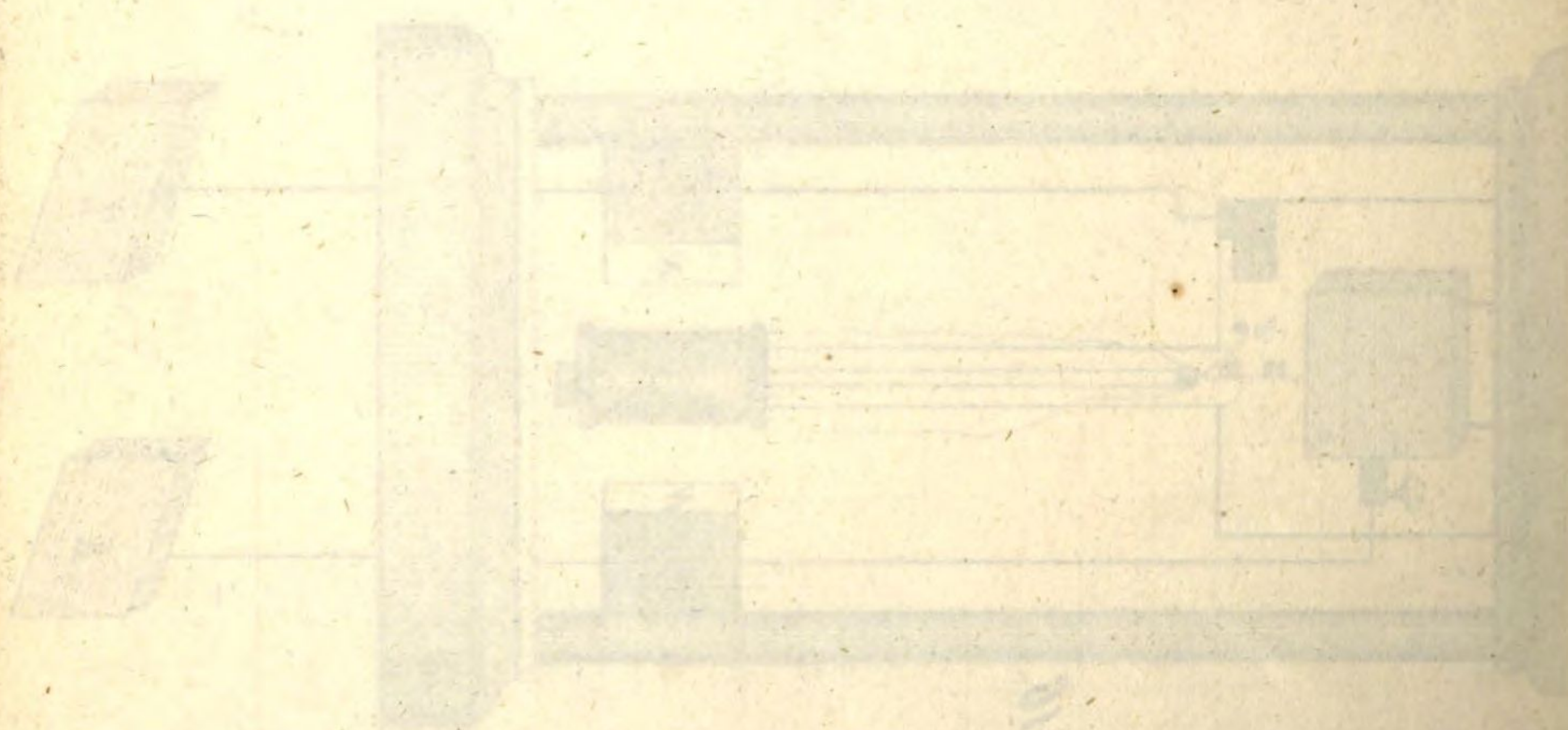


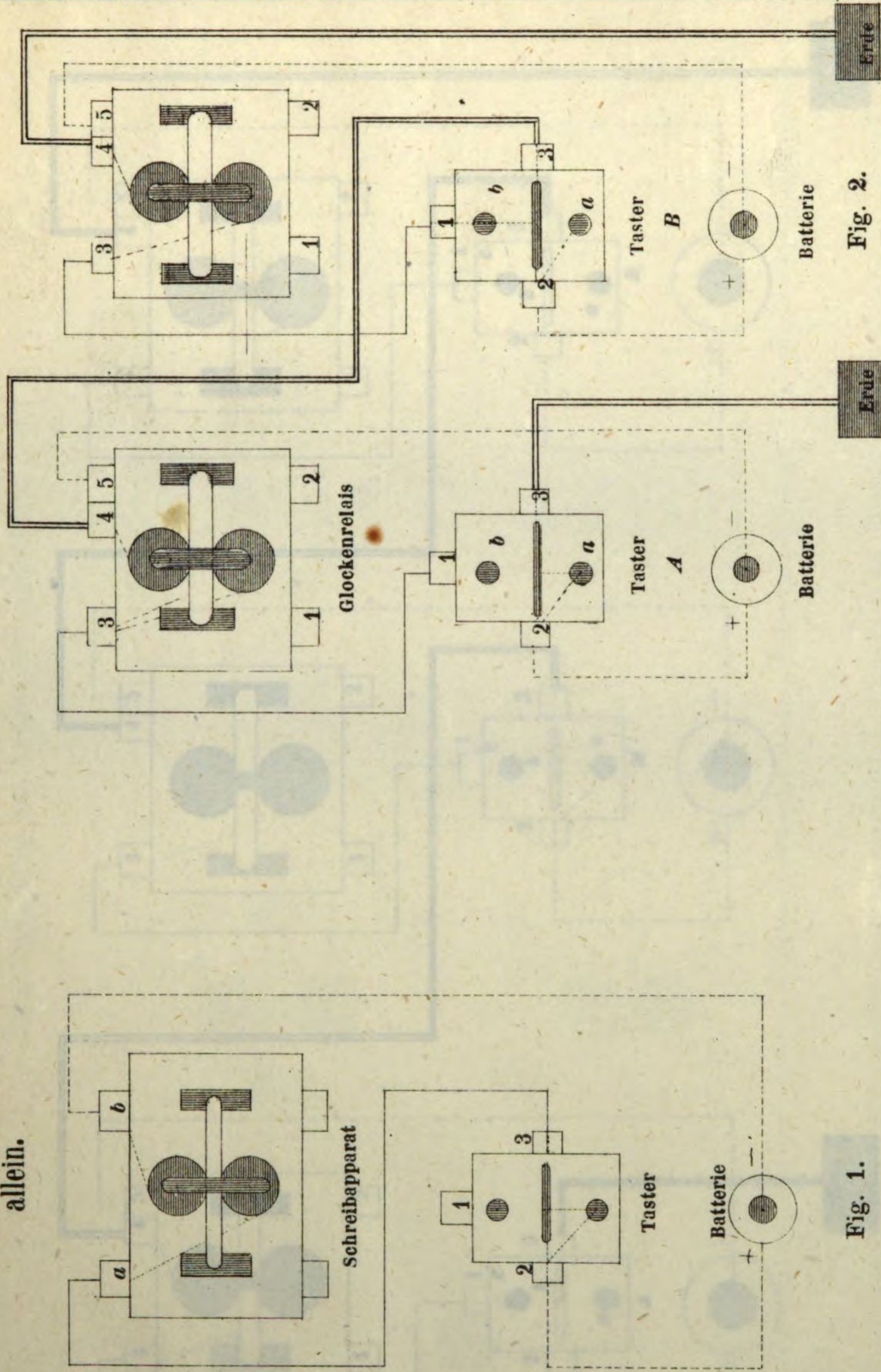
Fig. 116.

Fig. 117.





2 Stationen mit Glockenrelais.



Die doppelten Linien bedeuten Luft- und Erdleitungen. Die punktirten Linien sind die Drähte, welche zur Batterie führen, und die einfachen Linien sind Zuleitungsdrähte zu den Apparaten. In Fig. 2. spricht Station *A*, und *B* erhält dessen Zeichen.

A' und B enthält dessen Zeichen.

Benutzt man, um die einfachen Töne eine Pfeilspitze zu den Abzügen. In Fig. 3 zeigen Stationen die doppelten Töne bedenten Luft- und Erdschaltungen. Die punktierten Linien sind die Punkte, welche zur

Fig. 1.

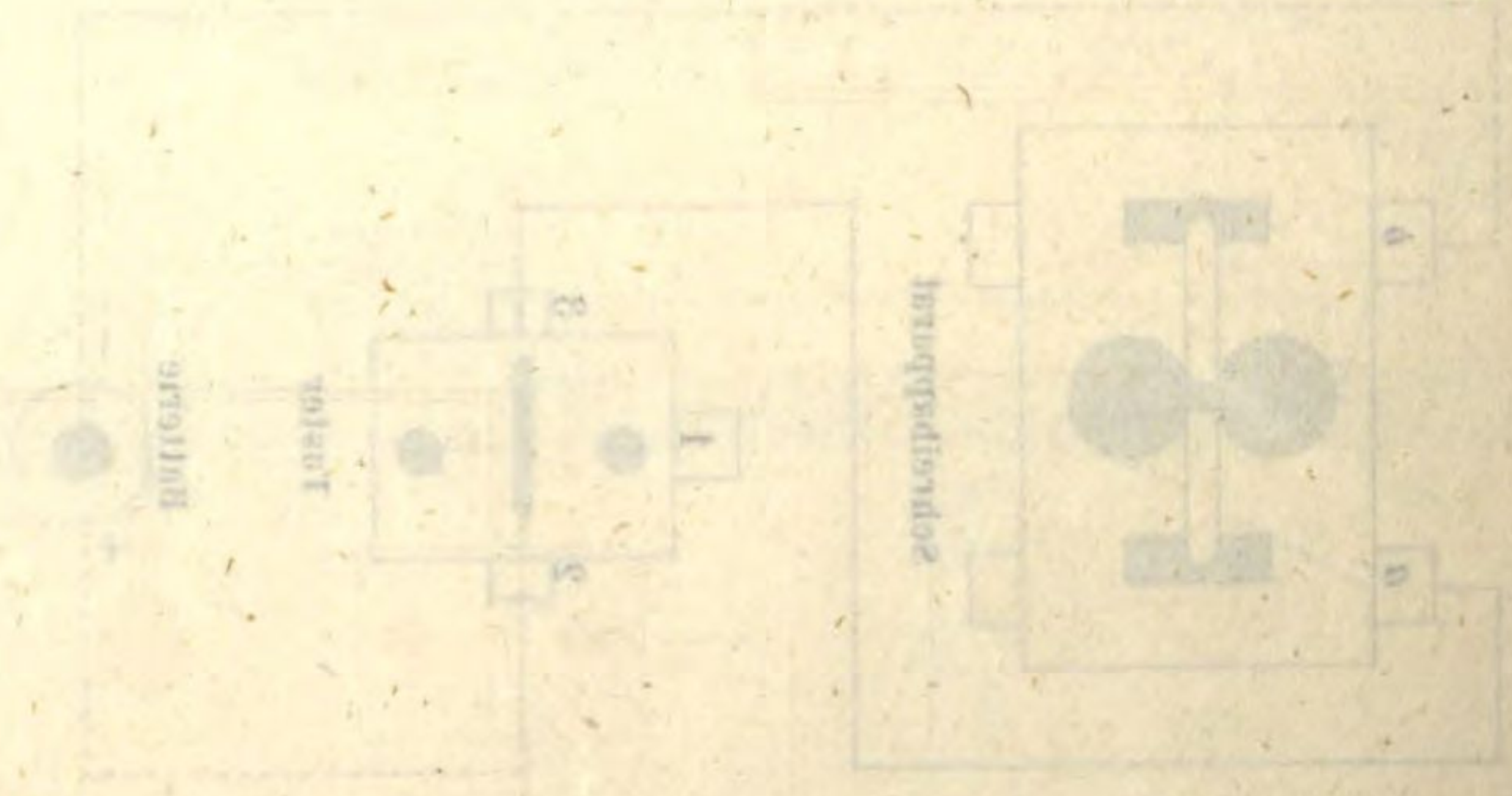


Fig. 1.
Station mit Taste

Fig. 3.

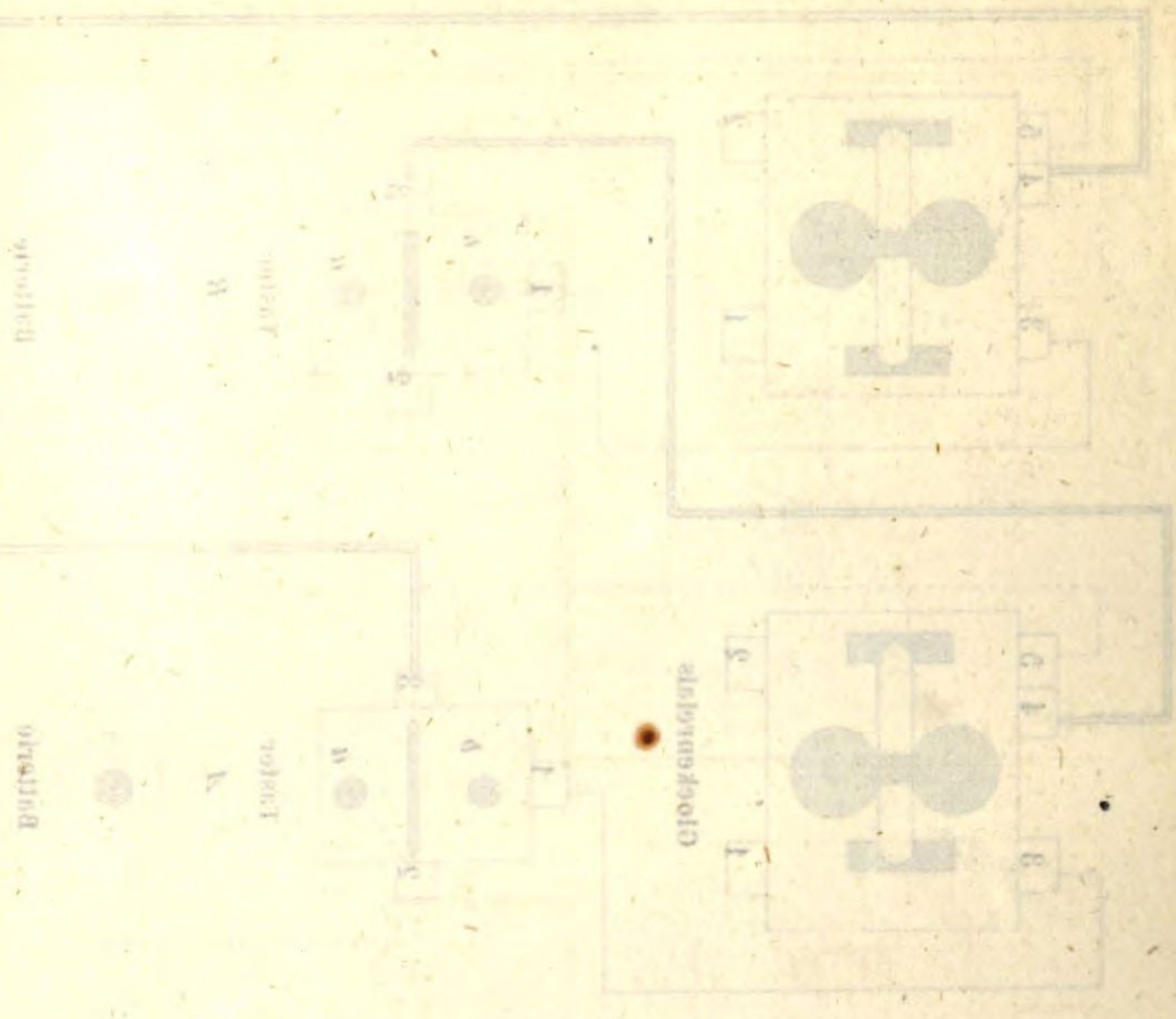
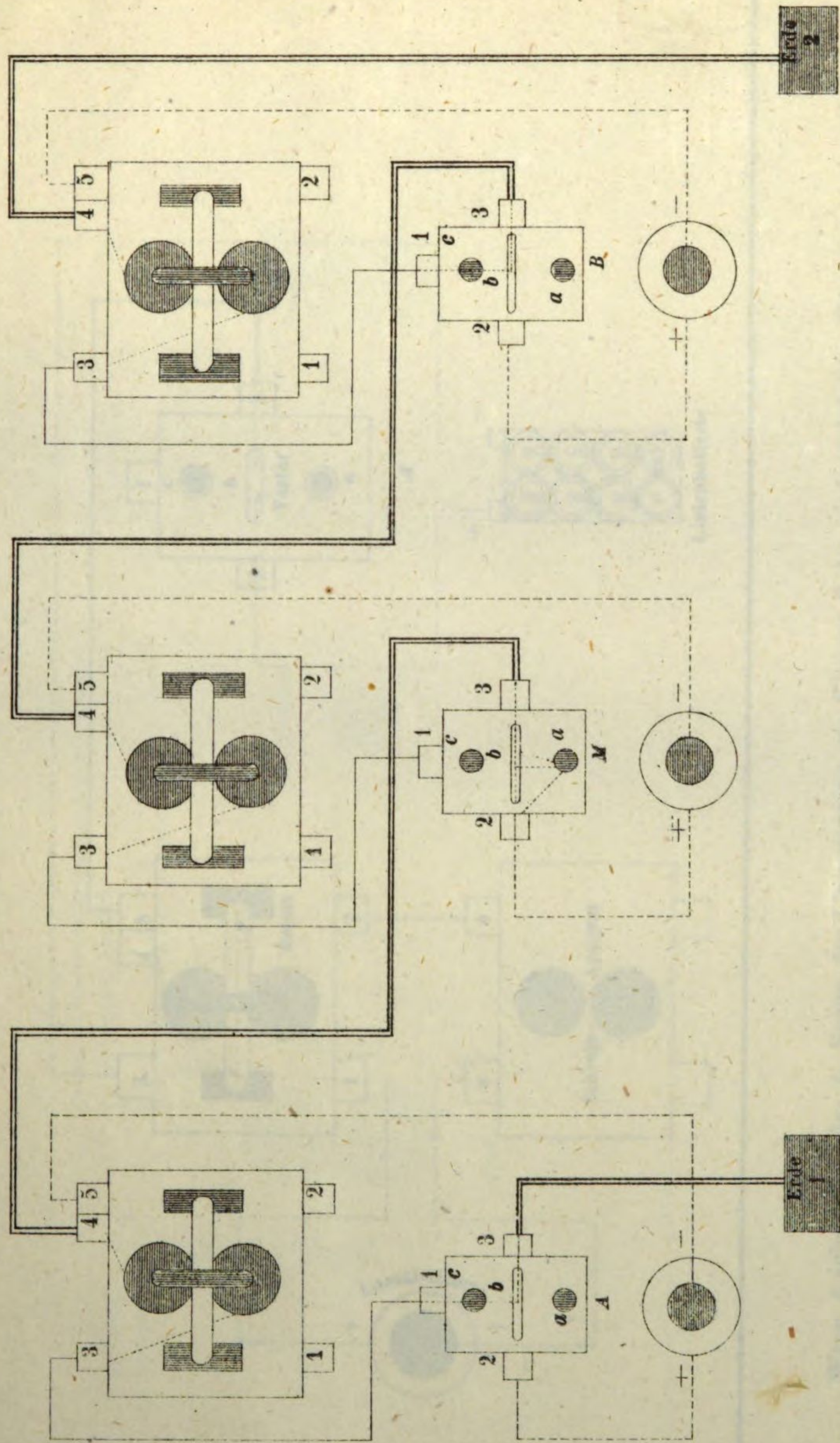


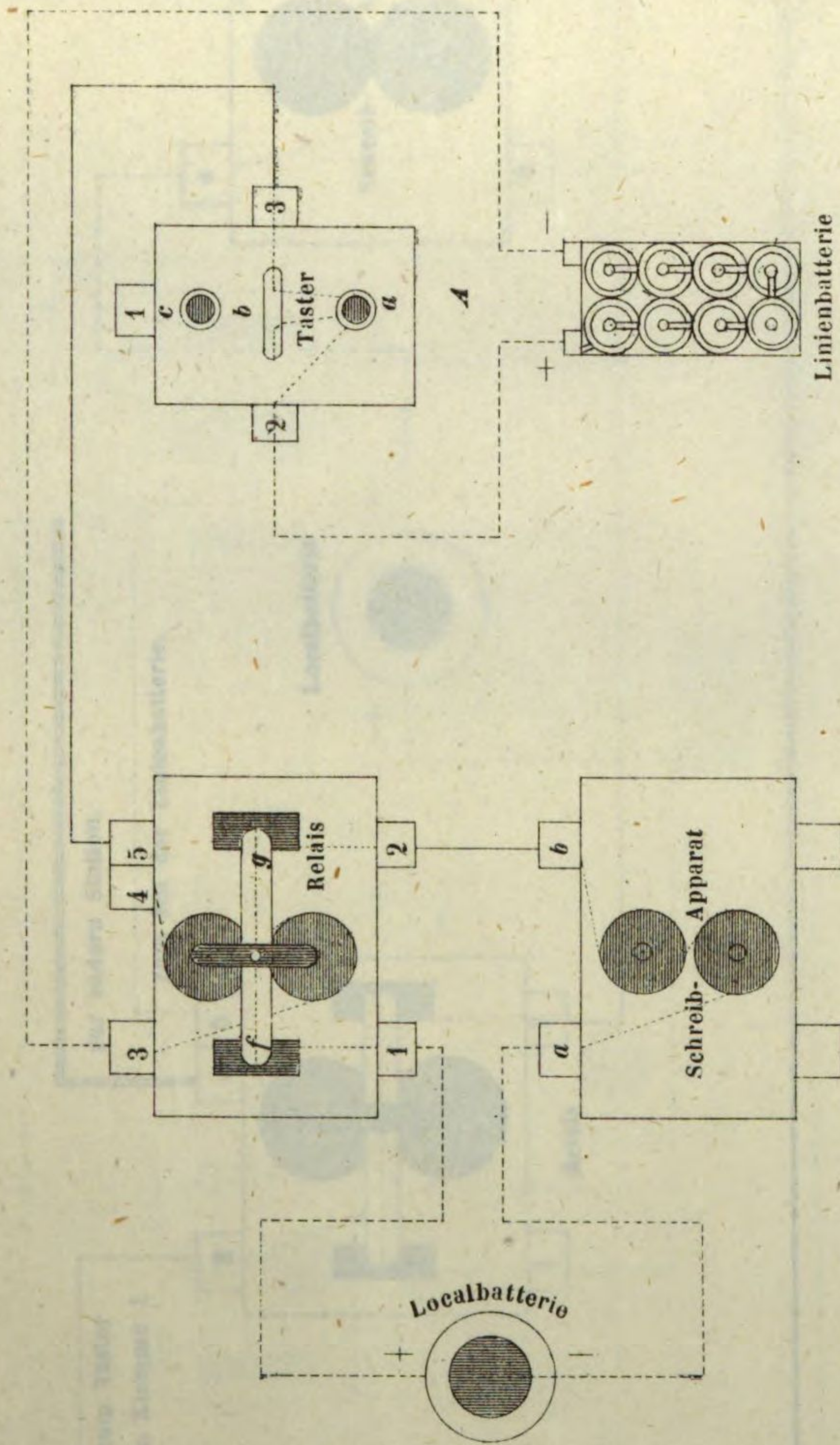
Fig. 3.
Station mit Glockenwerk

Verbindung dreier Stationen bloß mit Relais.



Hier spricht die Mittelstation *M*. Ihr Taster ist geschlossen. Der Strom geht von *M* + nach 2 im Taster zu *a b* bei 3 hinaus nach *A* zu Klemme 4 bei 3 hinaus zu 1 im Taster über *c b* 3 nach Erde 1. Erde 2 nach *B* zu 4 3 *c b* 3 nach *M* zu 4 5 zum — *M* zurück.

Localverbinding mit Local- und Linienblatt.



Wenn *A* spielt, geht der + Strom der Linienbatterie zur Klemme **2** des niedergedrückten Tasters zu *a*, *b* nach **3** zum Relais bei **5** hinein und bei **3** heraus und zum — Pol der Linienbatterie zurück. Der Relais ist aber jetzt angezogen worden und schliesst die mit ihm verbundene Localbatterie; der Localstrom geht daher vom + Pol zur Klemme **1** des Relais ein nach *f g* zu **2** zu *b* im Schreibapparate bei *a* hinaus zum — Pol zurück.

und schließt die mit ihm verbundenen Geschwindigkeits- und Beschleunigungs-
 Meßgeräte bei 3 herein und nun — bei der Einstellung des Meßgeräts —
 wenn die Meßgeräts-
 ...

Abb. 1

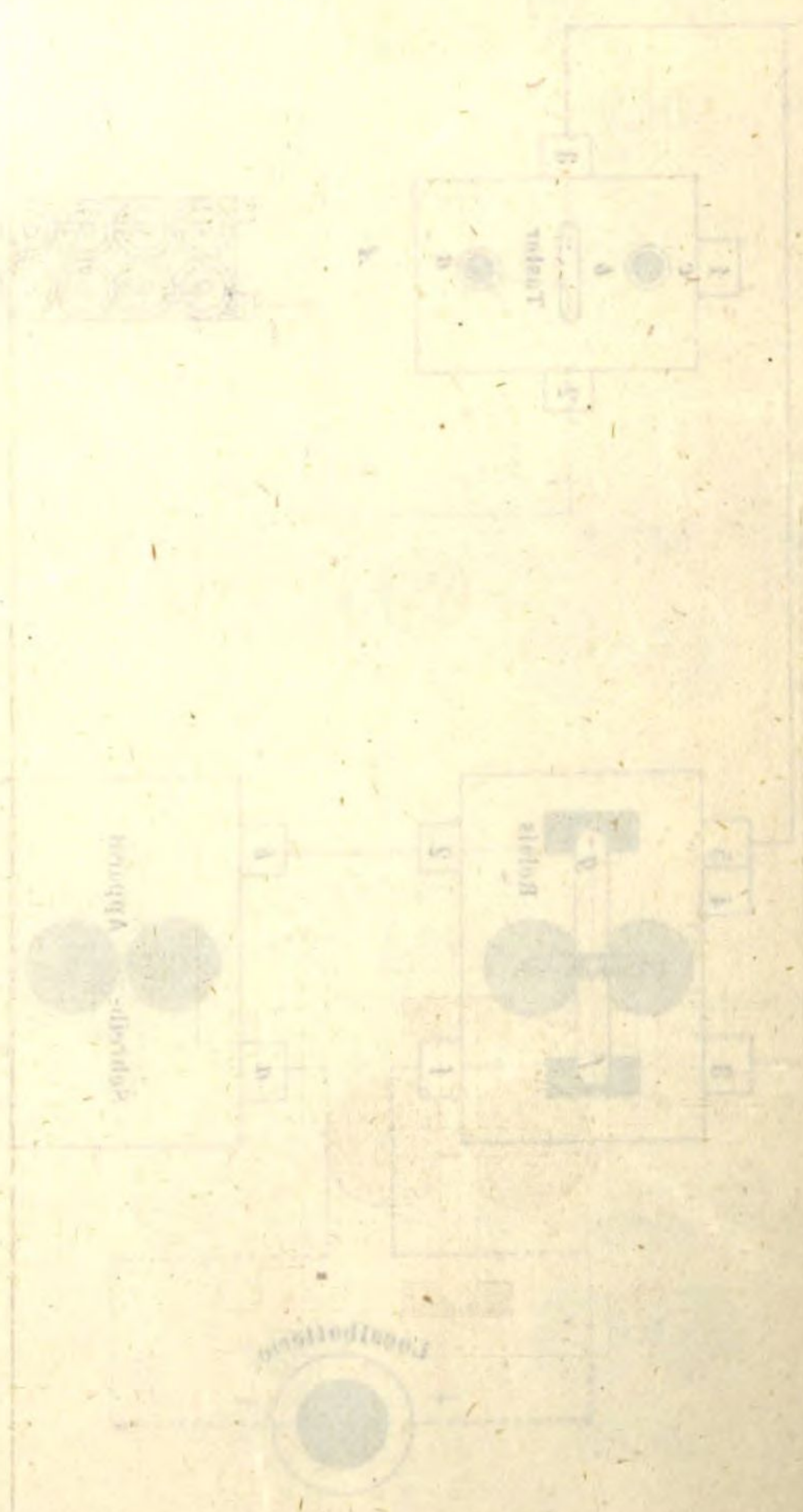
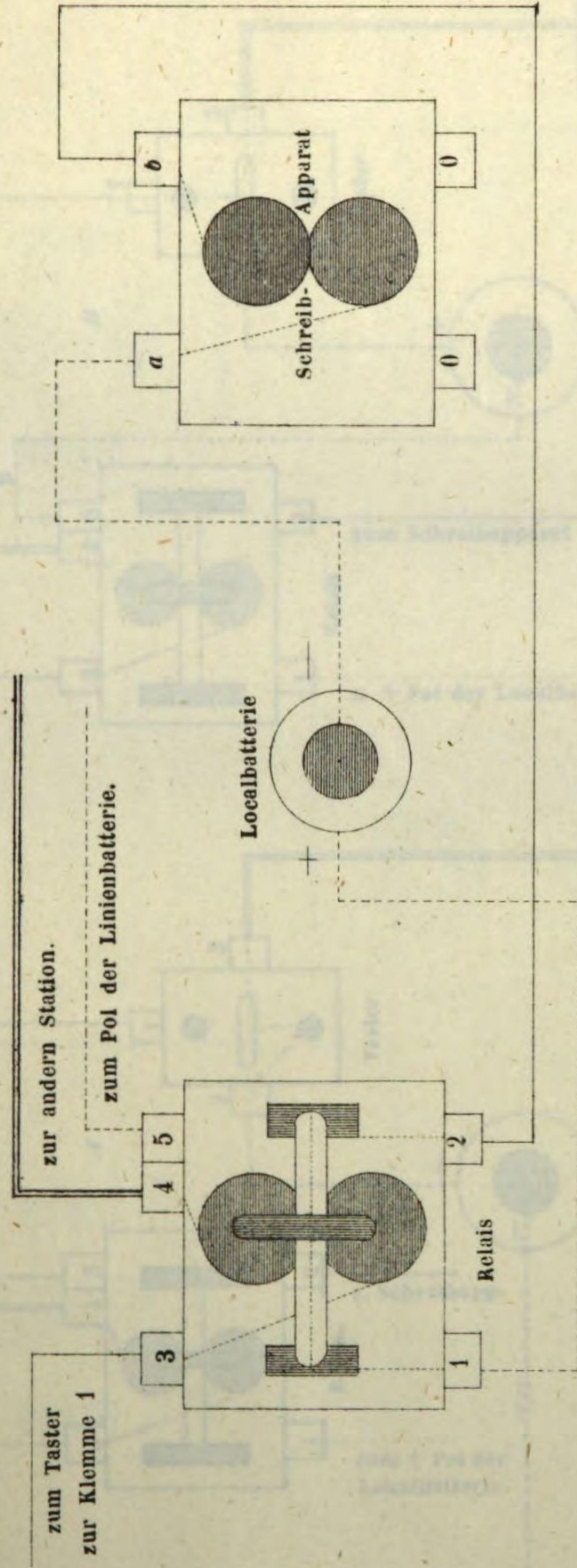


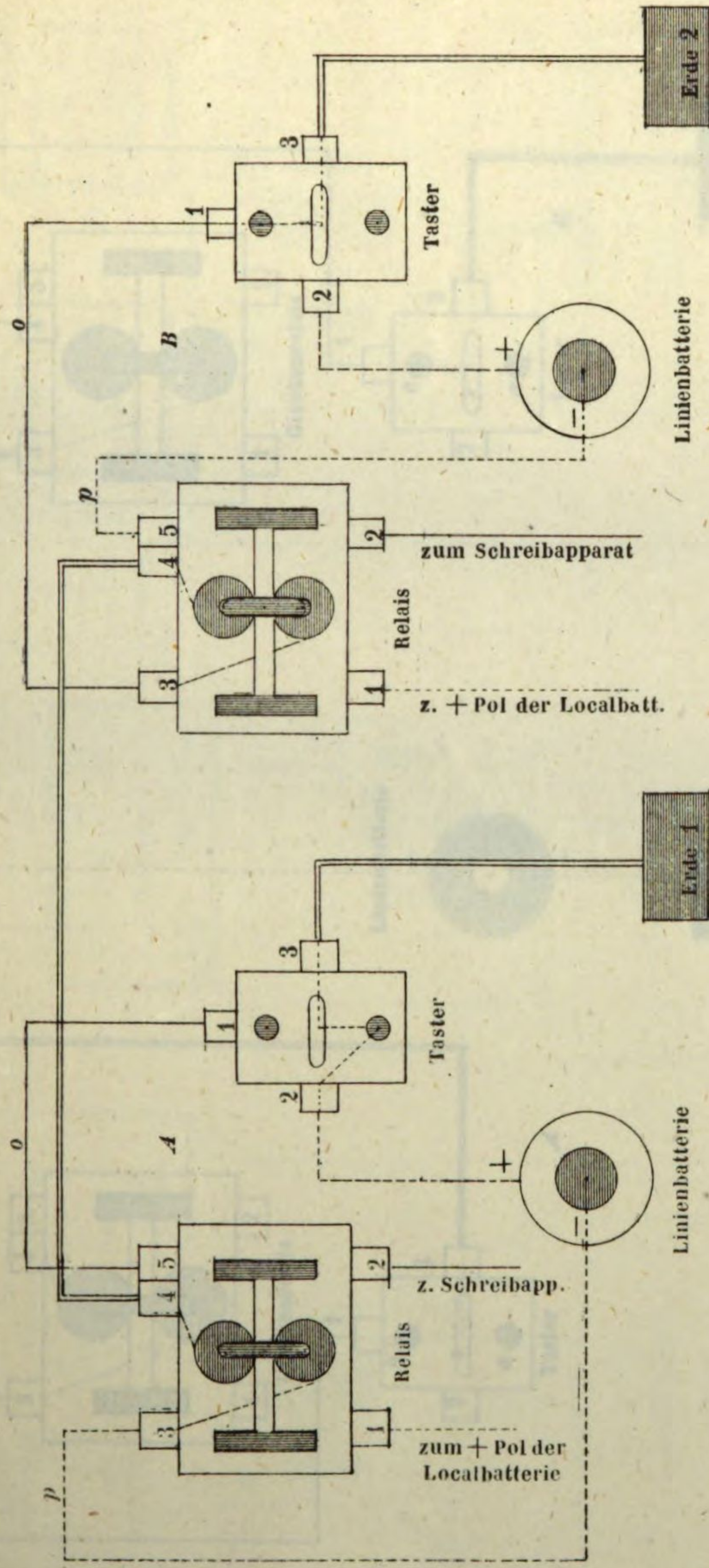
Abb. 2

Verbindung für drei Stationen.

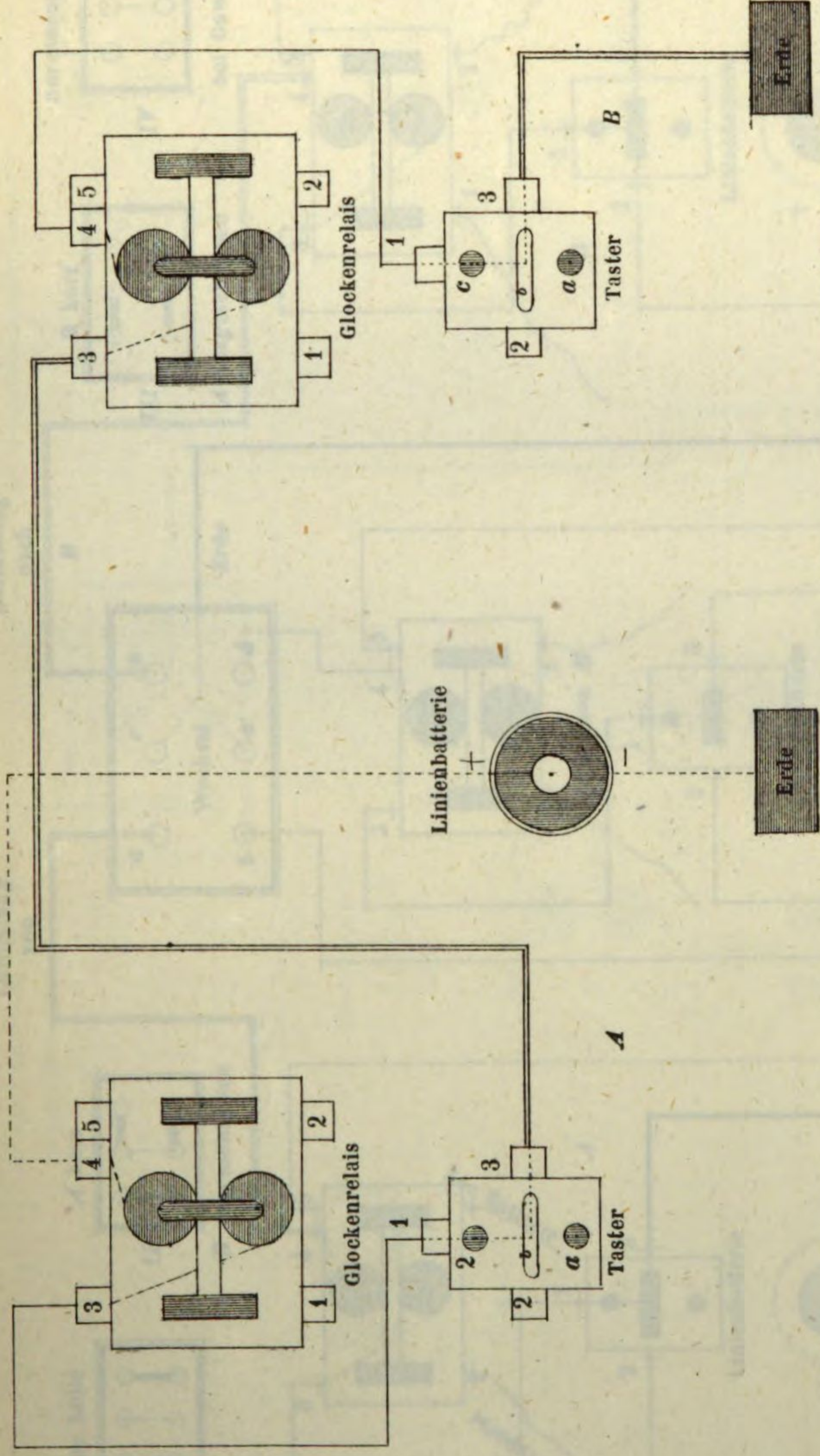


Die Verbindung für drei Stationen am Morsé bleibt dieselbe wie am Glockenrelais für drei Stationen (siehe Taf. II.) nur mit dem Unterschiede dass der Schreibapparat und die Localbatterie mit in die Kette eingeschaltet werden, auf die Art wie die Tafel hier zeigt. Es kommt jedesmal der $+$ Pol der Localbatterie mit der Klemme 1 des Relais, der $-$ Pol mit der Klemme a des Schreibapparates, und extra noch die Klemme 2 des Relais mit Klemme b des Schreibapparates in Verbindung. 0 0 sind Wecker-Klemmen.

Einschaltung, dass *A* ihre eigenen Zeichen sieht.

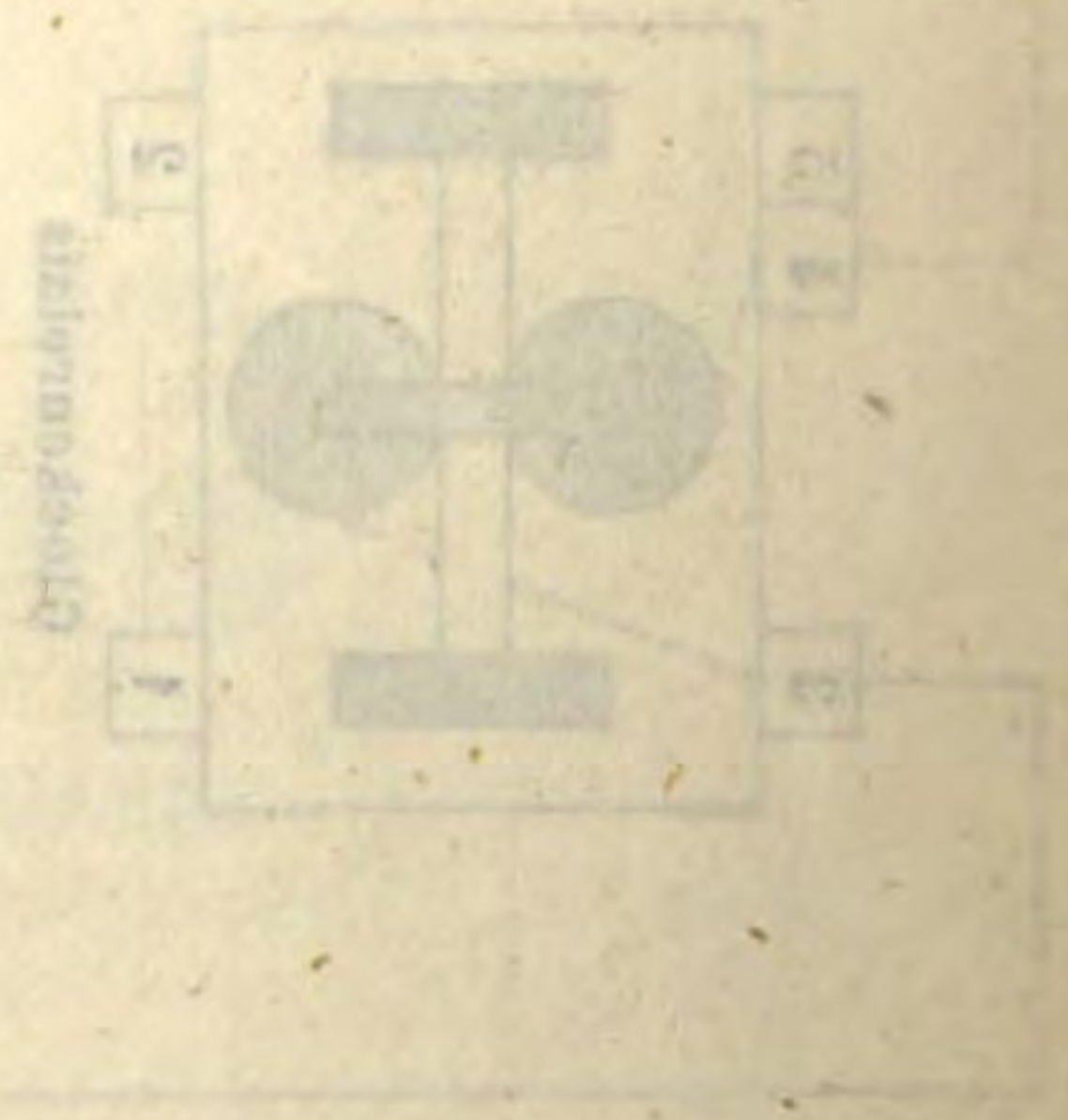
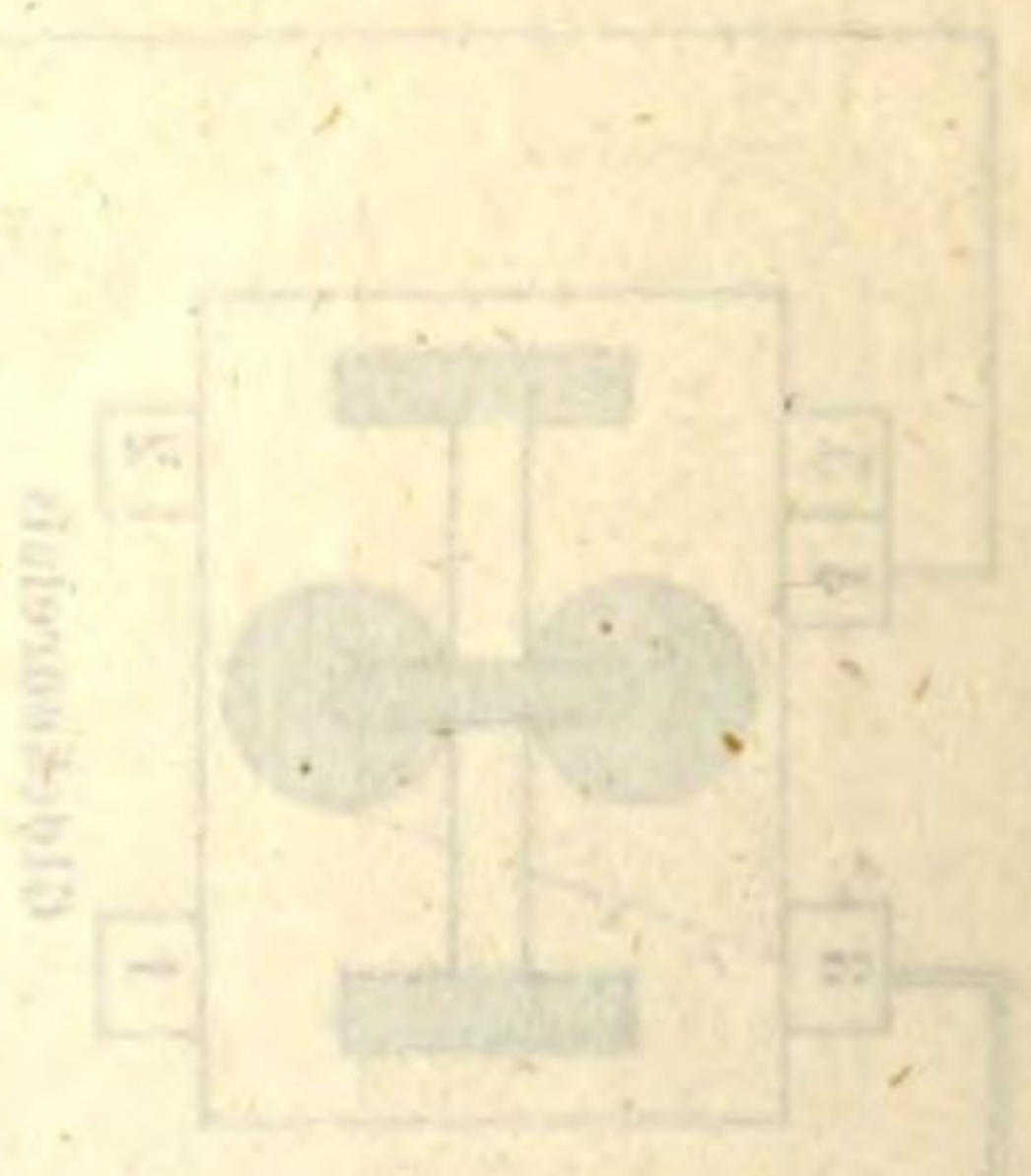


Hier sind zwei Endstationen *A* und *B* vorgestellt, und die Verbindung so angebracht, dass *A*, welche hier spielt ihre eigenen Zeichen sieht die sie an *B* absendet. Es brauchen nur die beiden Drähte *o* und *p*, so wie es die Station *A* hier zeigt gewechselt zu werden: nämlich der Draht *p* vom — Pol kommt in die Klemme 3 des Relais, und der Zu-leitungsdraht *o* von der Klemme 1 des Tasters in die Klemme 5 des Relais zu befestigen. Der eigene Strom durchläuft dann im Retourwege von *B* den eigenen Relais und gibt dieselben Zeichen.

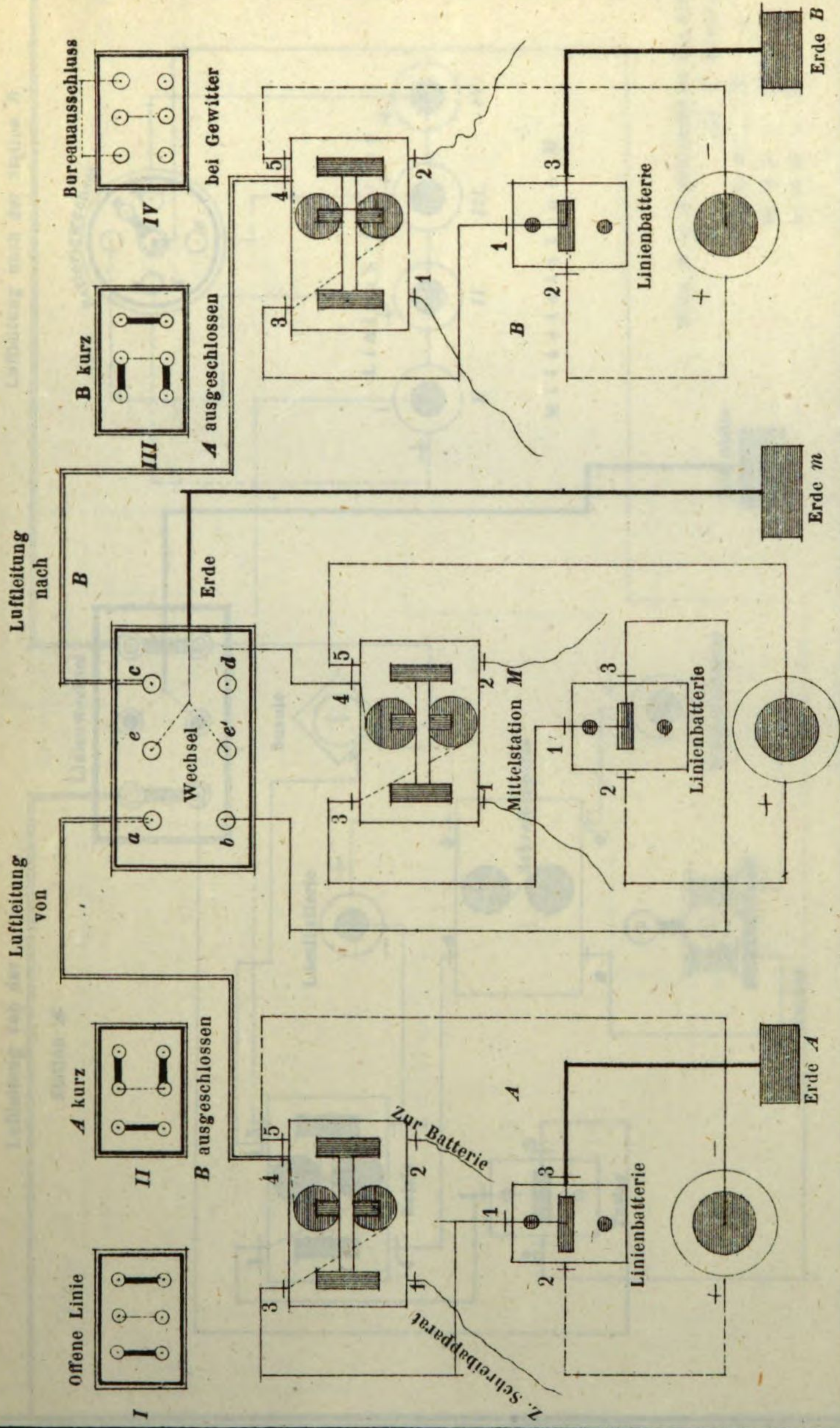


Hier geht ein immerwährender Strom durch die Leitung, und es werden die Zeichen durch Stromunterbrechung gegeben, indem nur 1 Batterie, und zwar in der Station A eingeschaltet wird. Für 3 oder mehrere Stationen ist die Einschaltung dieselbe. Wenn der Taster in A oder B niedergedrückt wird, ist der Strom unterbrochen, und die Hämmer sämtlich eingeschalteter Stationen werden durch die Spiralfeder von der Glocke abgerissen.

Hier geht ein innerer Strom durch die Leiter und es wird ein Strom erzeugt, welcher in der Batterie und weiter hin in der Leitung K nach rechts fließt. Dieser Strom wird durch die Leitung L nach unten zur Erde geleitet. Die Leitung L ist die Erde selbst.



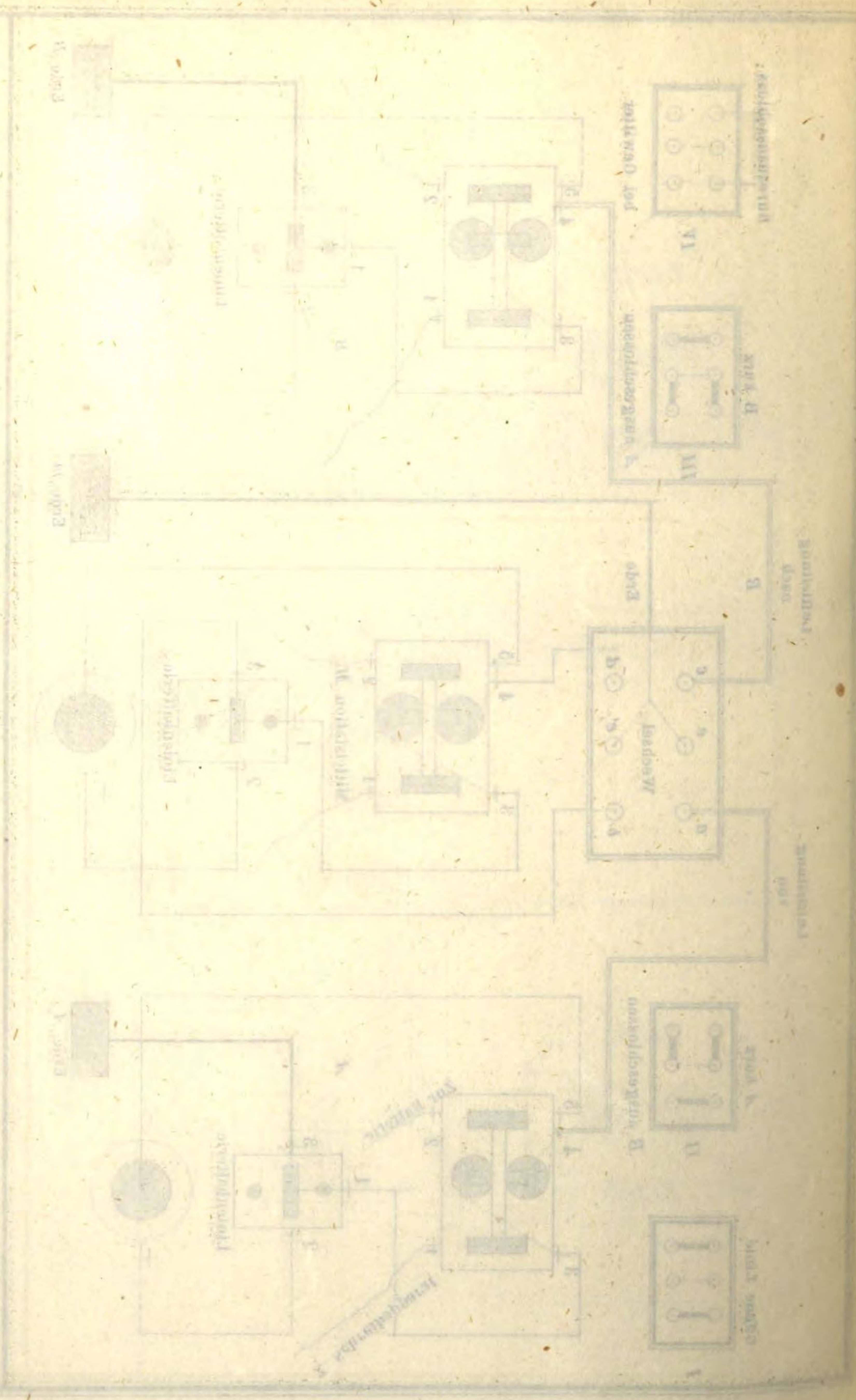
Durchleitung

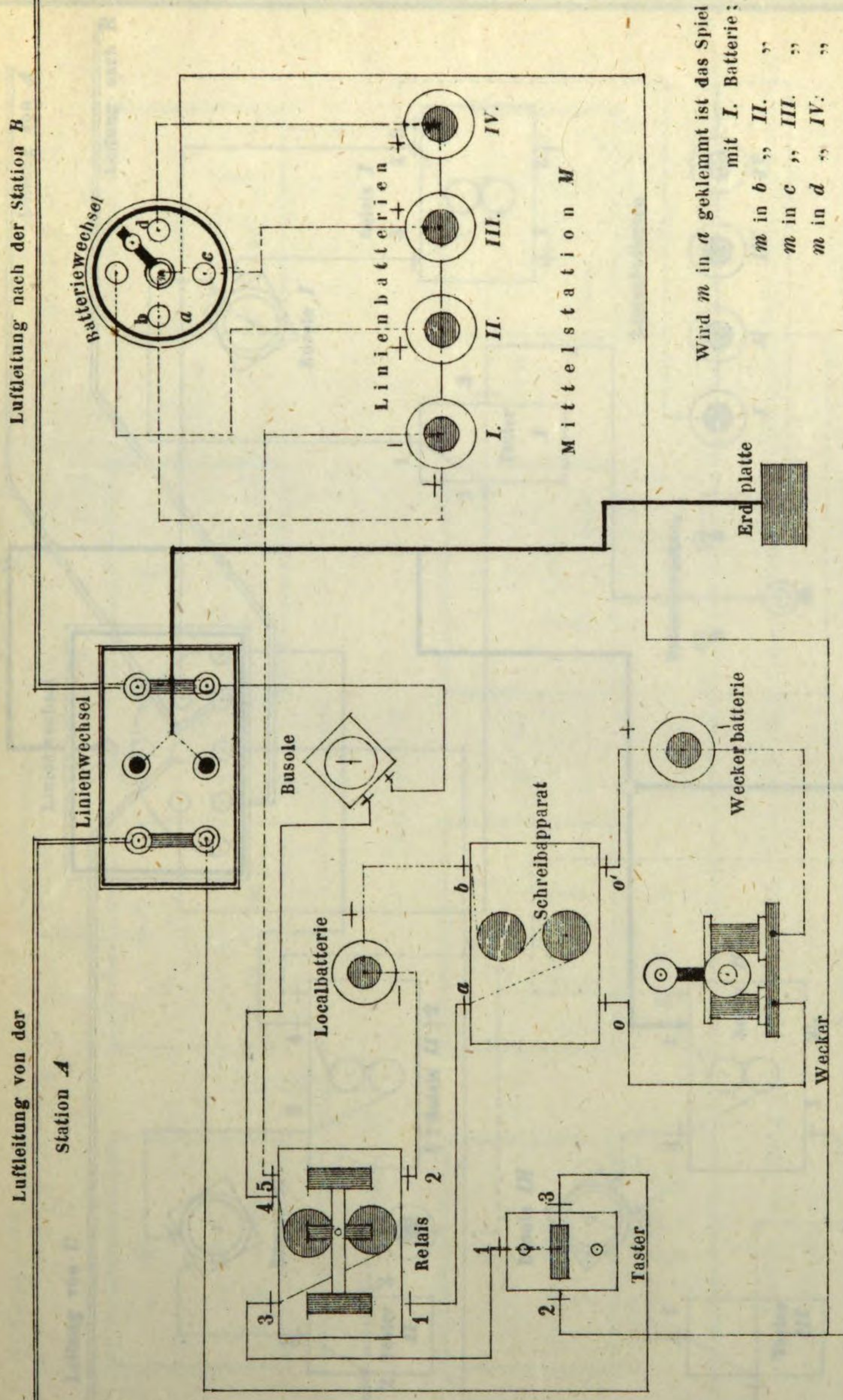


Die beiden Endwechsel *e, e'* sind mit einander verbunden und führen zur Erplatte. Man kann auch für jeden eine eigene Erplatte nehmen. Stellung *I* geht der Strom von *A* durch *M* nach *B*. — Stellung *II* spricht bloss *M* mit *A*. Stellung *III* spricht *m* mit *B*. — Stellung *IV* ist die Mittelstation ausgeschlossen.

Da die Einschaltung des Schreibapparates und des Weckers sich gleich bleibt, so finden meine Leser dies ausführlicher in der folgenden Tafel wo mehr Raum dafür ist.

1. Einleitung
 2. Beschreibung der Vorrichtung
 3. Versuchsaufbau
 4. Versuchsergebnisse
 5. Diskussion
 6. Zusammenfassung
 7. Literaturverzeichnis
 8. Anhang
 9. Schlusswort
 10. Danksagung

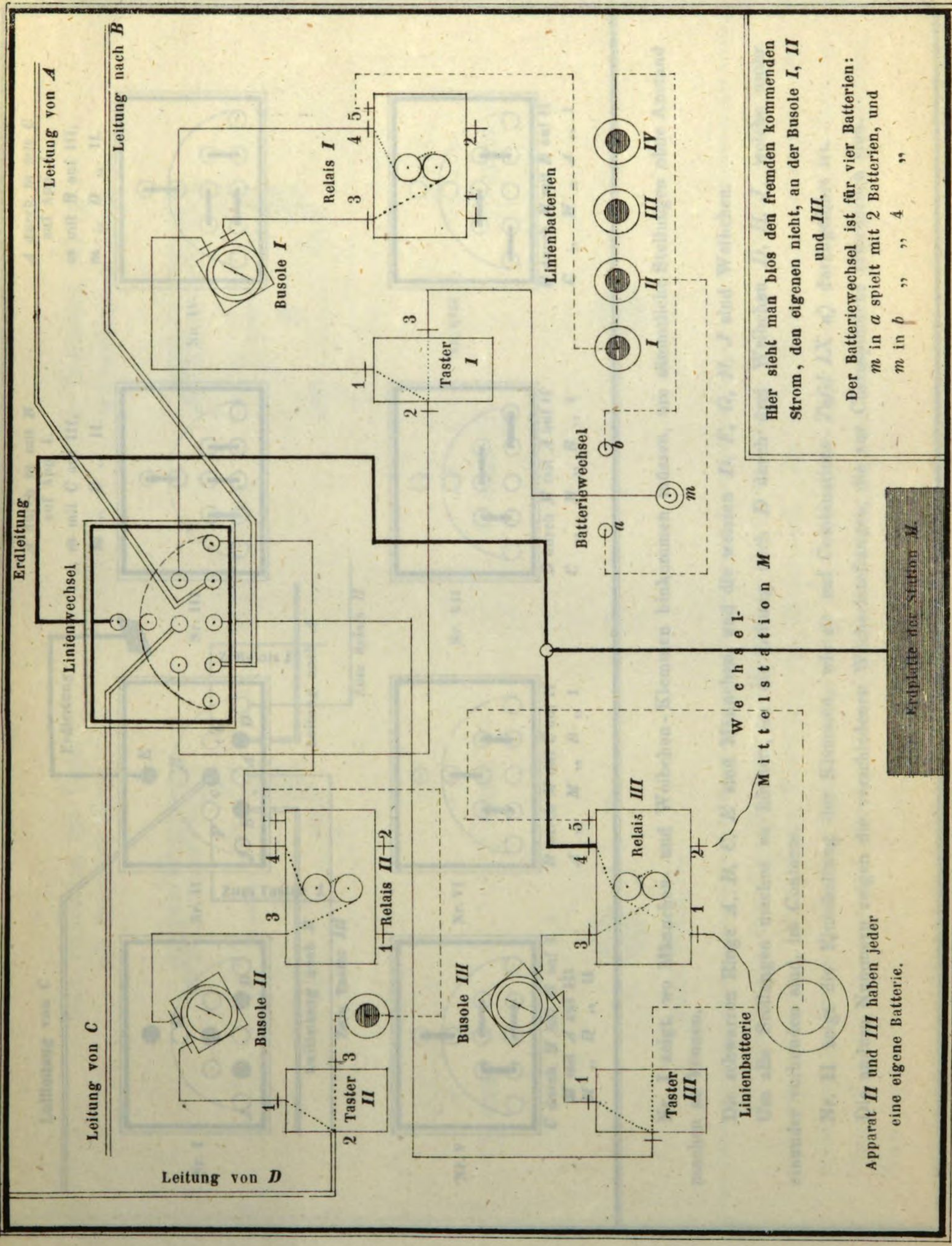




Hier sind die beiden Stationen nicht gezeichnet und bloss die Leitungen eingeführt; dafür aber der Schreibapparat, Wecker und die Weckerbatterie nebst dem Batteriewechsel für I., II., III. und IV. Batterien. Die Wechselstellung bleibt sich gleich wie in der vorigen Taf. VII. Auch ist hier eine Bussole angewendet um den eigenen und fremden Strom zu sehen.

Eine Wechselstation mit zwei Abzweigungen.

Taf. IX. a).



Hier sieht man bloß den fremden kommenden Strom, den eigenen nicht, an der Busole I, II und III.

Der Batteriewechsel ist für vier Batterien:
m in *a* spielt mit 2 Batterien, und
m in *b* „ „ 4 „

Apparat II und III haben jeder eine eigene Batterie.

einige andere gesteuert
 Abbildung III zeigt die beiden letzten



Abbildung III

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99 100



Abbildung IV



Abbildung V



Abbildung VI

Leistung von D

Leistung von C

Leistung von B

Leistung von A

Leistung

Einige Beispiele der verschiedenen

Abb. IV, V, VI, VII

einige andere gesteuert
 Abbildung III zeigt die beiden letzten

Abb. VII

einige andere gesteuert
 Abbildung III zeigt die beiden letzten



Abbildung VIII

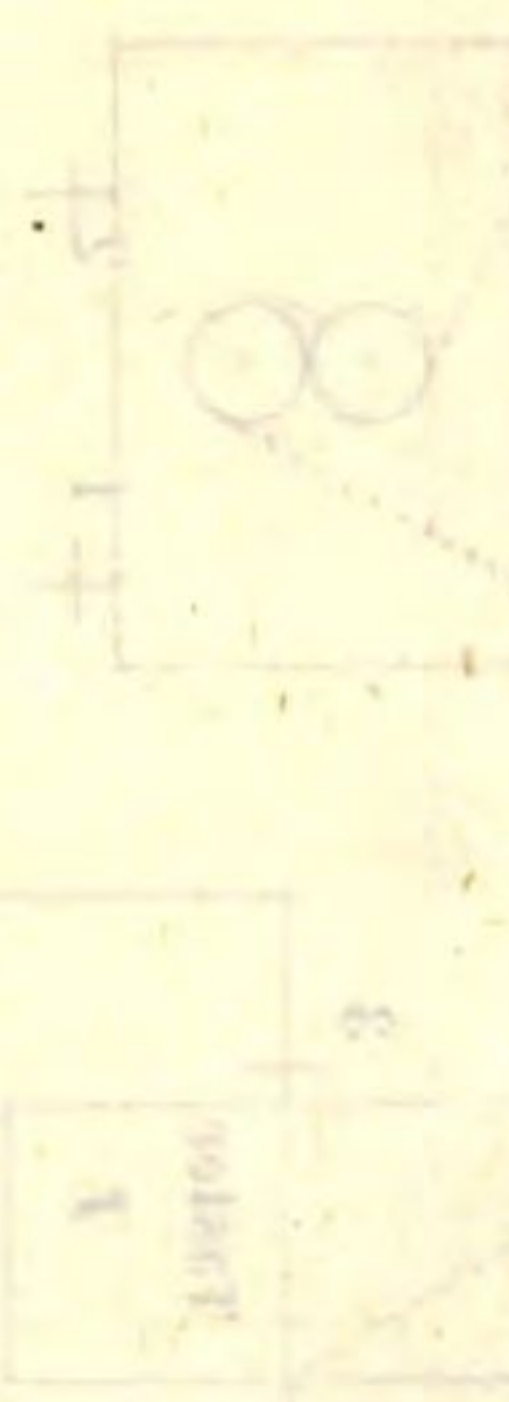


Abbildung IX

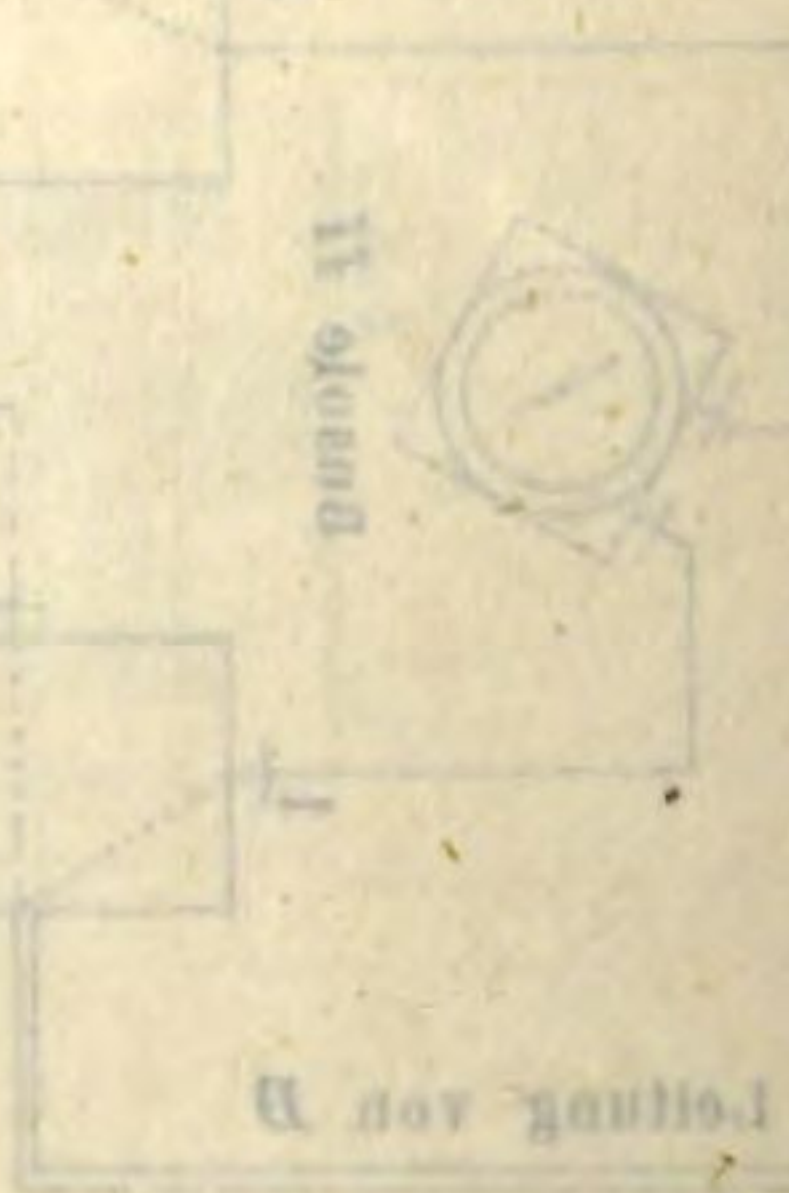


Abbildung X

Leistung von D

Leistung von C

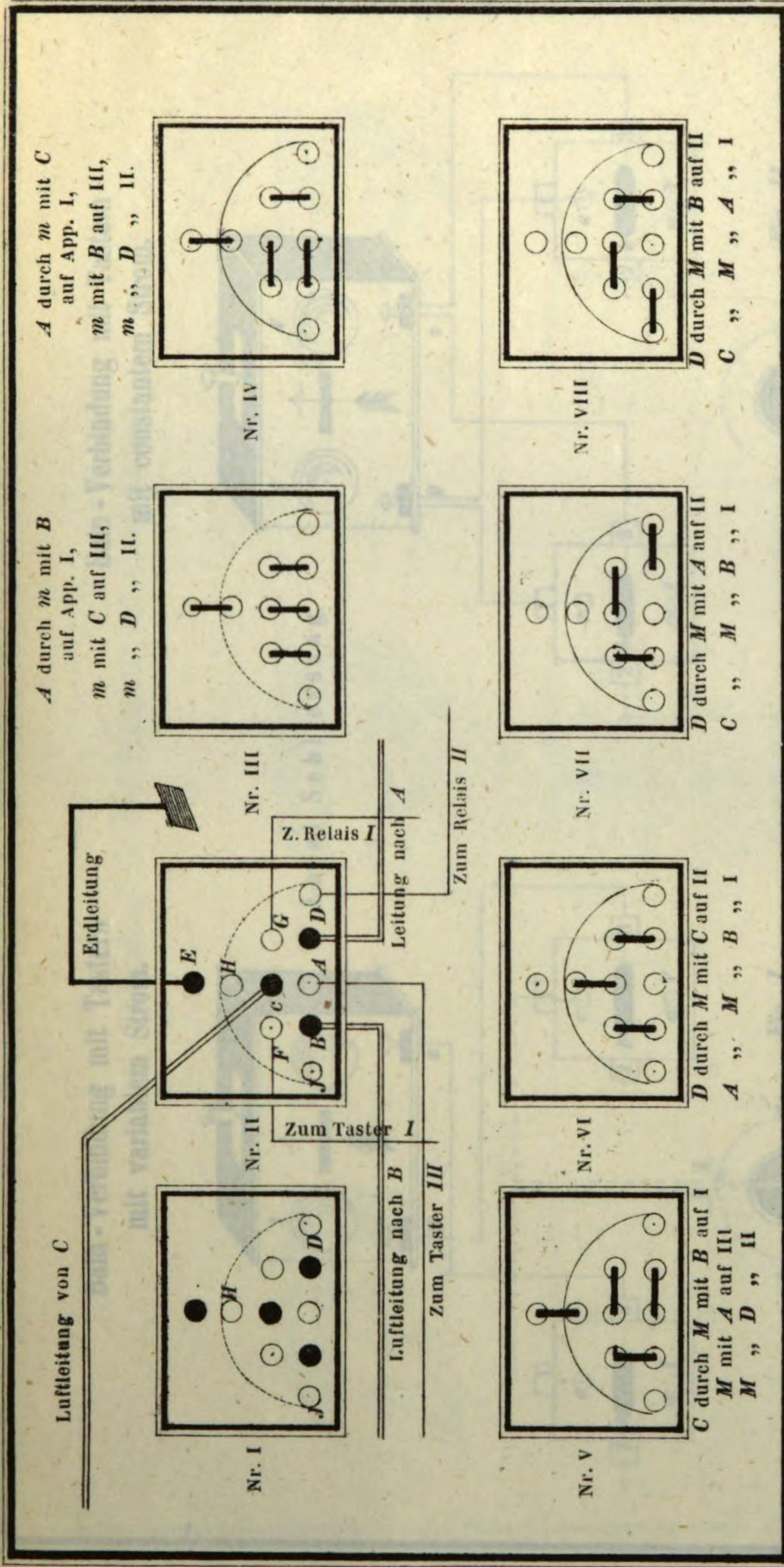
Leistung von B

Leistung von A

Leistung

Einige Beispiele der verschiedenen

Abb. IV, V, VI, VII



Nr. I zeigt, wo Männchen- und Weibchen-Klemmen hinkommen müssen, um sämtliche Stellungen ohne Anstand machen zu können.

Die schwarzen Ringe A, B, C, E sind Männchen, und die weissen D, F, G, H, J sind Weibchen.

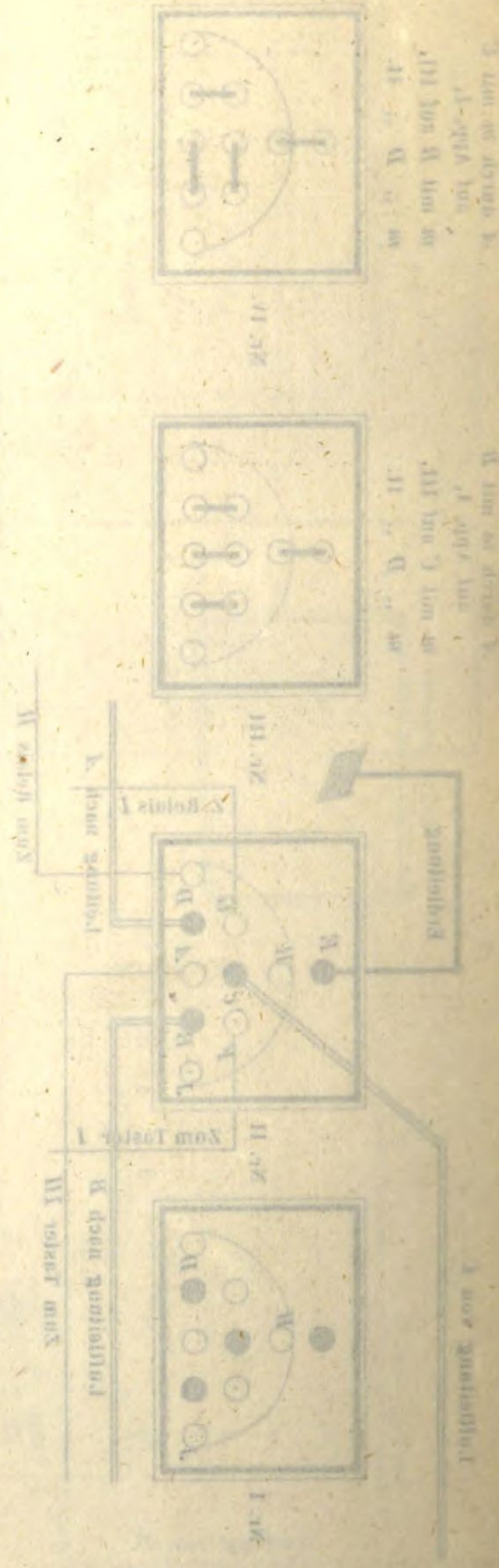
Um alle Stellungen machen zu können, ist die Leitung nach D durch drei Weibchen D, H, J, welche unter einander verbunden sind, im Contacte.

Nr. II zeigt die Einschaltung der Klemmen, wie sie auf Combinations - Tafel IX a) durchgeführt ist.

Die andern Nummern zeigen die verschiedenen Wechselstellungen, die zur Correspondenz erforderlich sind.

Die ersten fünfzehn zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, die aus den verschiedenen Stellen der ersten fünf Stellen entstehen können. Die ersten fünf zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, die aus den verschiedenen Stellen der ersten fünf Stellen entstehen können. Die ersten fünf zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, die aus den verschiedenen Stellen der ersten fünf Stellen entstehen können.

Die ersten fünf zeigen die verschiedenen Möglichkeiten, die aus den verschiedenen Stellen der ersten fünf Stellen entstehen können.



Bain - Verbindung mit Tastern mit variablem Strom.

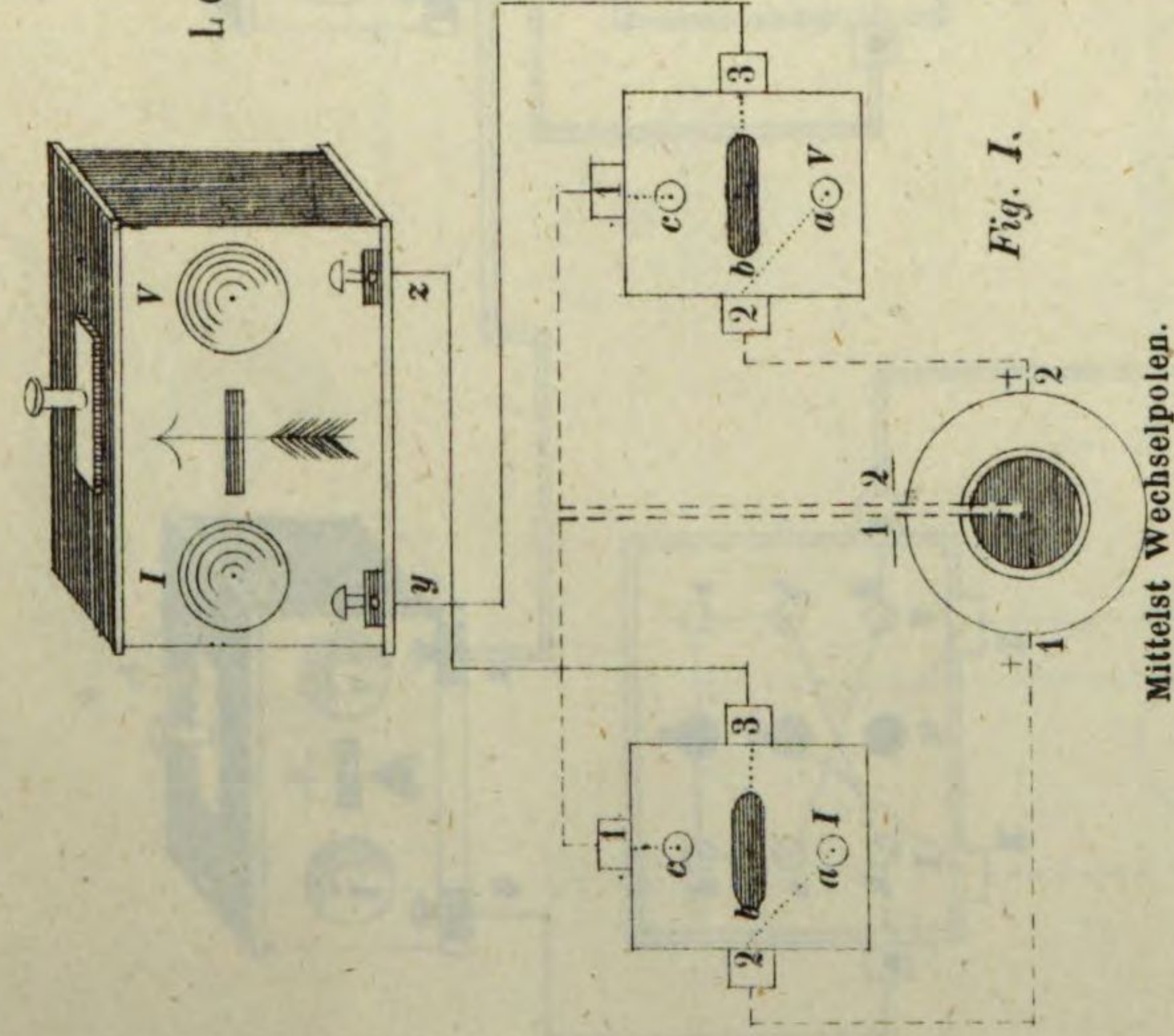


Fig. I.

Bain - Verbindung mit Tastern mit constantem Strom.

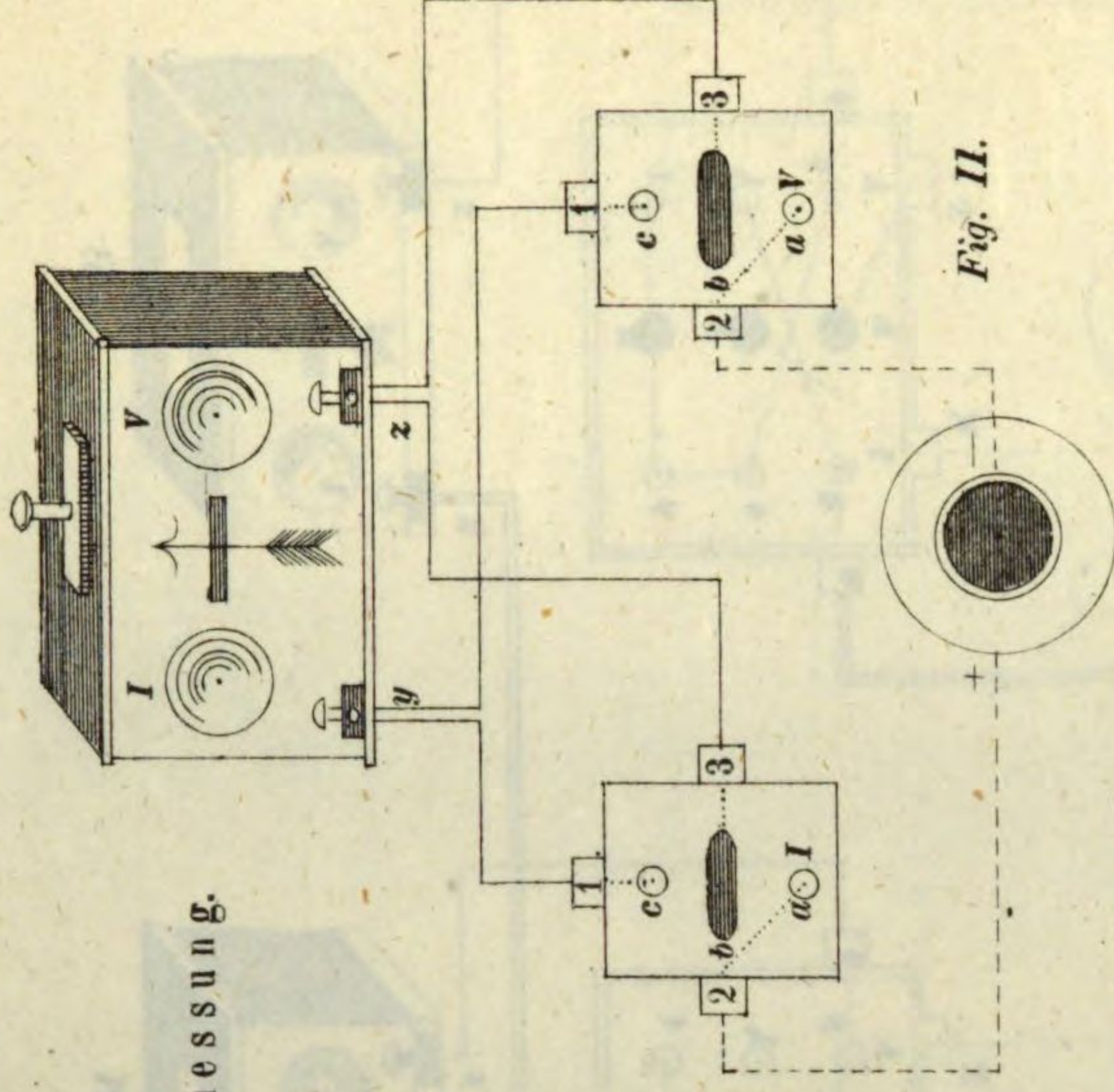
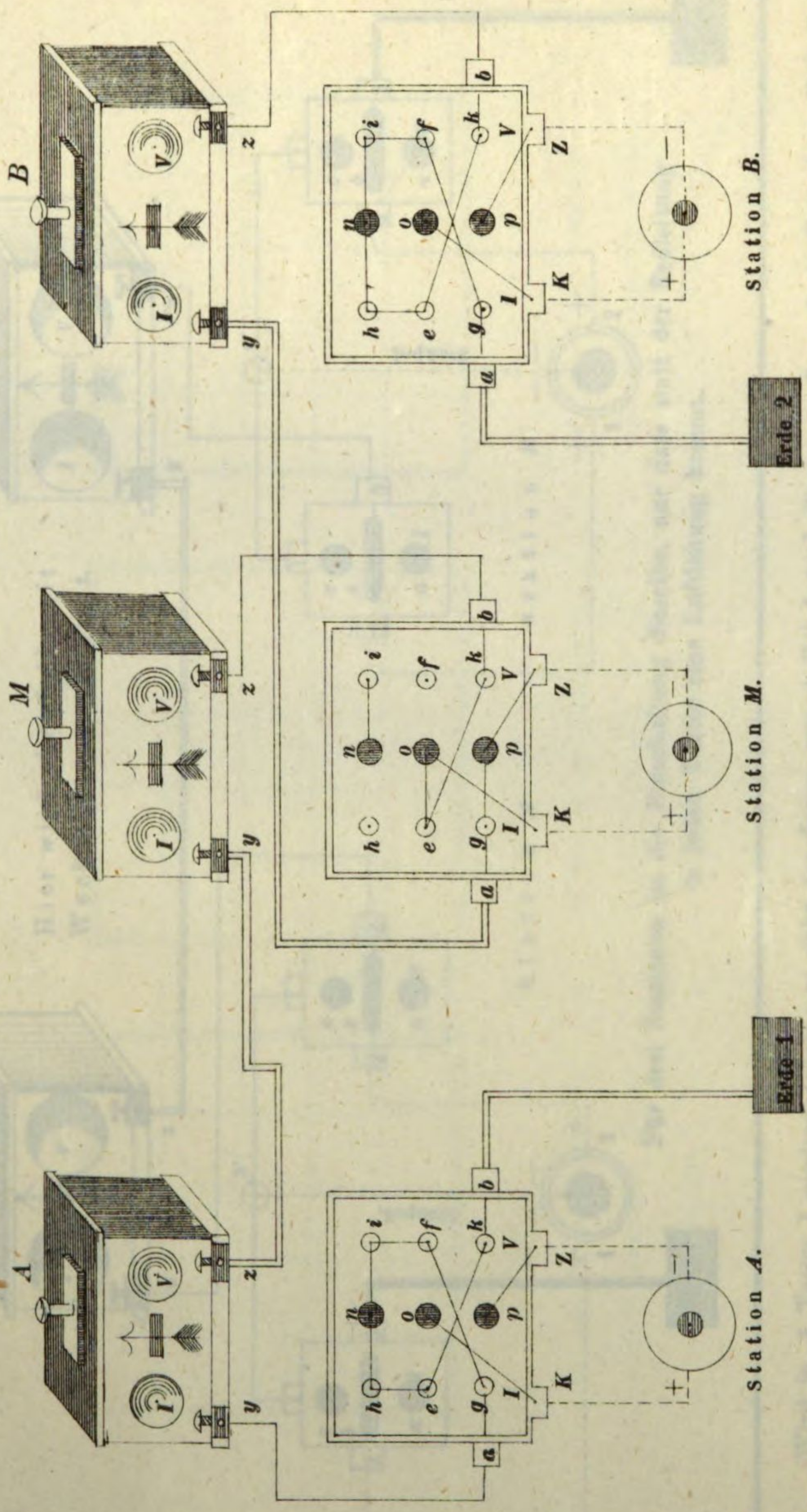


Fig. II.

Local Schliessung.

Die Einschaltung eines Bain - Apparates mit Commutator für Localschliessung ist in der Theorie des Bain'schen Apparates zu finden. Hier ist die Verbindung mit Morsetastern. *Fig. I* ist Wechselstrom angewendet. Bei Schliessung des Tasters *I* geht der Strom *y* + 1 zu 2, *a* *b* 3 nach *z* lenkt die Nadel auf Gloke *I*, geht bei *y* heraus zu Taster *V* nach 3, *b*, *c*, und 1 zum -2 Pol zurück. Bei Schliessung des Tasters *V* findet der entgegengesetzte Strom statt.

Bain - Verbindung für drei Stationen mit Commutatoren.



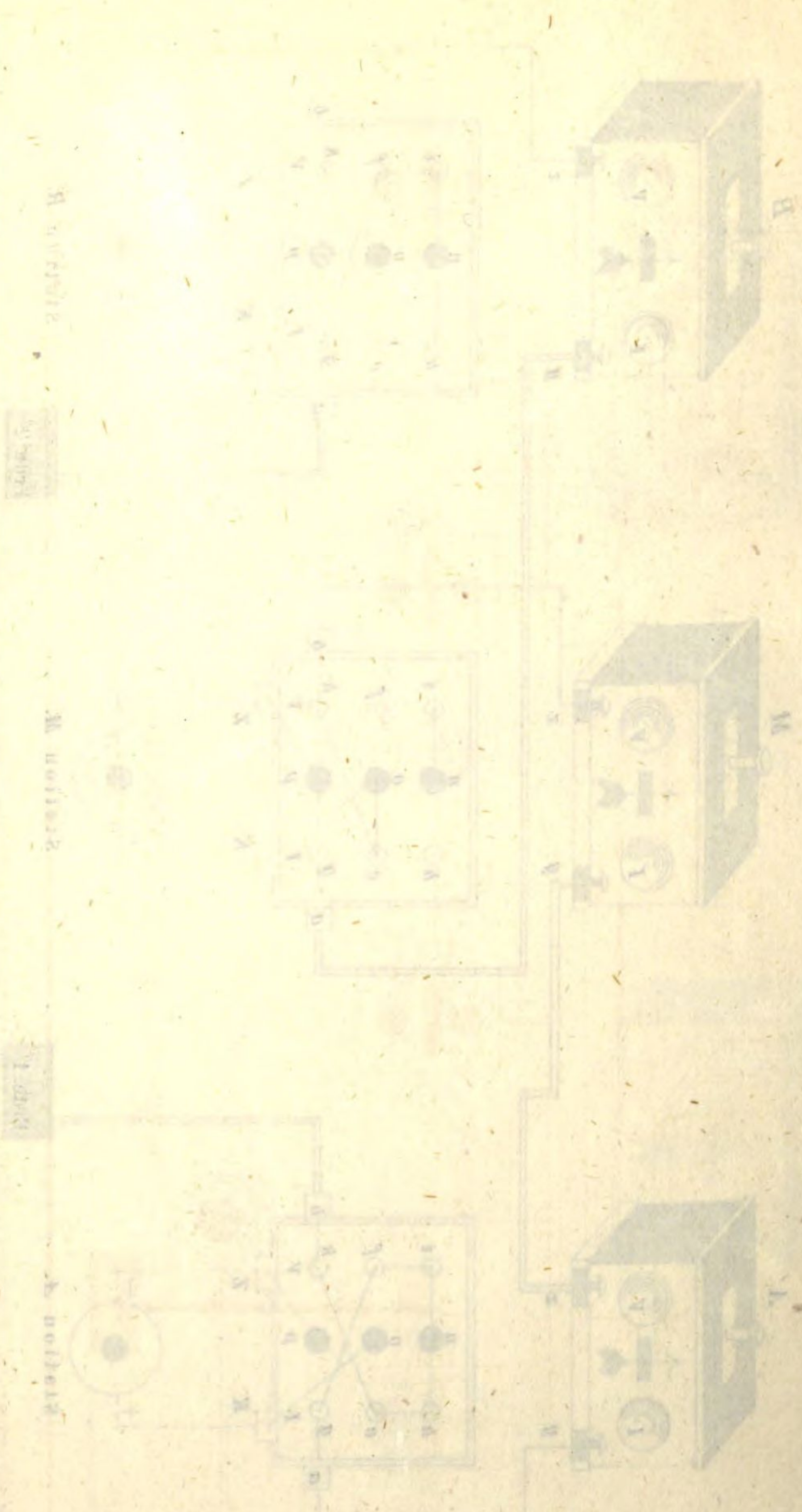
Hier ist A und B in der Ruhelage, und Station M gibt auf Glocke I gedrückt. Der Strom geht vom + Pol zu K nach o, e, k bei b hinaus z in den Indicator nach y zur Station A zu z, y, a, g, f, i, n, h, e, k, b, Erde 1 zu Erde 2 a, g, f, i, n, h, e, k, b, z, y zur Station M zurück, wo er bei a eintritt zu g, p und Z zum — Pol zurückgeht. Bei Taste V ist dies entgegengesetzt.

unde — 124) unterseht. Bei Lage 1 ist die aufgedeckte:

1' 2' 3' 4' 5' 6' 7' 8' 9' 10' 11' 12' 13' 14' 15' 16' 17' 18' 19' 20' 21' 22' 23' 24' 25' 26' 27' 28' 29' 30' 31' 32' 33' 34' 35' 36' 37' 38' 39' 40' 41' 42' 43' 44' 45' 46' 47' 48' 49' 50' 51' 52' 53' 54' 55' 56' 57' 58' 59' 60' 61' 62' 63' 64' 65' 66' 67' 68' 69' 70' 71' 72' 73' 74' 75' 76' 77' 78' 79' 80' 81' 82' 83' 84' 85' 86' 87' 88' 89' 90' 91' 92' 93' 94' 95' 96' 97' 98' 99' 100' 101' 102' 103' 104' 105' 106' 107' 108' 109' 110' 111' 112' 113' 114' 115' 116' 117' 118' 119' 120' 121' 122' 123' 124' 125' 126' 127' 128' 129' 130' 131' 132' 133' 134' 135' 136' 137' 138' 139' 140' 141' 142' 143' 144' 145' 146' 147' 148' 149' 150' 151' 152' 153' 154' 155' 156' 157' 158' 159' 160' 161' 162' 163' 164' 165' 166' 167' 168' 169' 170' 171' 172' 173' 174' 175' 176' 177' 178' 179' 180' 181' 182' 183' 184' 185' 186' 187' 188' 189' 190' 191' 192' 193' 194' 195' 196' 197' 198' 199' 200' 201' 202' 203' 204' 205' 206' 207' 208' 209' 210' 211' 212' 213' 214' 215' 216' 217' 218' 219' 220' 221' 222' 223' 224' 225' 226' 227' 228' 229' 230' 231' 232' 233' 234' 235' 236' 237' 238' 239' 240' 241' 242' 243' 244' 245' 246' 247' 248' 249' 250' 251' 252' 253' 254' 255' 256' 257' 258' 259' 260' 261' 262' 263' 264' 265' 266' 267' 268' 269' 270' 271' 272' 273' 274' 275' 276' 277' 278' 279' 280' 281' 282' 283' 284' 285' 286' 287' 288' 289' 290' 291' 292' 293' 294' 295' 296' 297' 298' 299' 300' 301' 302' 303' 304' 305' 306' 307' 308' 309' 310' 311' 312' 313' 314' 315' 316' 317' 318' 319' 320' 321' 322' 323' 324' 325' 326' 327' 328' 329' 330' 331' 332' 333' 334' 335' 336' 337' 338' 339' 340' 341' 342' 343' 344' 345' 346' 347' 348' 349' 350' 351' 352' 353' 354' 355' 356' 357' 358' 359' 360' 361' 362' 363' 364' 365' 366' 367' 368' 369' 370' 371' 372' 373' 374' 375' 376' 377' 378' 379' 380' 381' 382' 383' 384' 385' 386' 387' 388' 389' 390' 391' 392' 393' 394' 395' 396' 397' 398' 399' 400' 401' 402' 403' 404' 405' 406' 407' 408' 409' 410' 411' 412' 413' 414' 415' 416' 417' 418' 419' 420' 421' 422' 423' 424' 425' 426' 427' 428' 429' 430' 431' 432' 433' 434' 435' 436' 437' 438' 439' 440' 441' 442' 443' 444' 445' 446' 447' 448' 449' 450' 451' 452' 453' 454' 455' 456' 457' 458' 459' 460' 461' 462' 463' 464' 465' 466' 467' 468' 469' 470' 471' 472' 473' 474' 475' 476' 477' 478' 479' 480' 481' 482' 483' 484' 485' 486' 487' 488' 489' 490' 491' 492' 493' 494' 495' 496' 497' 498' 499' 500' 501' 502' 503' 504' 505' 506' 507' 508' 509' 510' 511' 512' 513' 514' 515' 516' 517' 518' 519' 520' 521' 522' 523' 524' 525' 526' 527' 528' 529' 530' 531' 532' 533' 534' 535' 536' 537' 538' 539' 540' 541' 542' 543' 544' 545' 546' 547' 548' 549' 550' 551' 552' 553' 554' 555' 556' 557' 558' 559' 560' 561' 562' 563' 564' 565' 566' 567' 568' 569' 570' 571' 572' 573' 574' 575' 576' 577' 578' 579' 580' 581' 582' 583' 584' 585' 586' 587' 588' 589' 590' 591' 592' 593' 594' 595' 596' 597' 598' 599' 600' 601' 602' 603' 604' 605' 606' 607' 608' 609' 610' 611' 612' 613' 614' 615' 616' 617' 618' 619' 620' 621' 622' 623' 624' 625' 626' 627' 628' 629' 630' 631' 632' 633' 634' 635' 636' 637' 638' 639' 640' 641' 642' 643' 644' 645' 646' 647' 648' 649' 650' 651' 652' 653' 654' 655' 656' 657' 658' 659' 660' 661' 662' 663' 664' 665' 666' 667' 668' 669' 670' 671' 672' 673' 674' 675' 676' 677' 678' 679' 680' 681' 682' 683' 684' 685' 686' 687' 688' 689' 690' 691' 692' 693' 694' 695' 696' 697' 698' 699' 700' 701' 702' 703' 704' 705' 706' 707' 708' 709' 710' 711' 712' 713' 714' 715' 716' 717' 718' 719' 720' 721' 722' 723' 724' 725' 726' 727' 728' 729' 730' 731' 732' 733' 734' 735' 736' 737' 738' 739' 740' 741' 742' 743' 744' 745' 746' 747' 748' 749' 750' 751' 752' 753' 754' 755' 756' 757' 758' 759' 760' 761' 762' 763' 764' 765' 766' 767' 768' 769' 770' 771' 772' 773' 774' 775' 776' 777' 778' 779' 780' 781' 782' 783' 784' 785' 786' 787' 788' 789' 790' 791' 792' 793' 794' 795' 796' 797' 798' 799' 800' 801' 802' 803' 804' 805' 806' 807' 808' 809' 810' 811' 812' 813' 814' 815' 816' 817' 818' 819' 820' 821' 822' 823' 824' 825' 826' 827' 828' 829' 830' 831' 832' 833' 834' 835' 836' 837' 838' 839' 840' 841' 842' 843' 844' 845' 846' 847' 848' 849' 850' 851' 852' 853' 854' 855' 856' 857' 858' 859' 860' 861' 862' 863' 864' 865' 866' 867' 868' 869' 870' 871' 872' 873' 874' 875' 876' 877' 878' 879' 880' 881' 882' 883' 884' 885' 886' 887' 888' 889' 890' 891' 892' 893' 894' 895' 896' 897' 898' 899' 900' 901' 902' 903' 904' 905' 906' 907' 908' 909' 910' 911' 912' 913' 914' 915' 916' 917' 918' 919' 920' 921' 922' 923' 924' 925' 926' 927' 928' 929' 930' 931' 932' 933' 934' 935' 936' 937' 938' 939' 940' 941' 942' 943' 944' 945' 946' 947' 948' 949' 950' 951' 952' 953' 954' 955' 956' 957' 958' 959' 960' 961' 962' 963' 964' 965' 966' 967' 968' 969' 970' 971' 972' 973' 974' 975' 976' 977' 978' 979' 980' 981' 982' 983' 984' 985' 986' 987' 988' 989' 990' 991' 992' 993' 994' 995' 996' 997' 998' 999' 1000

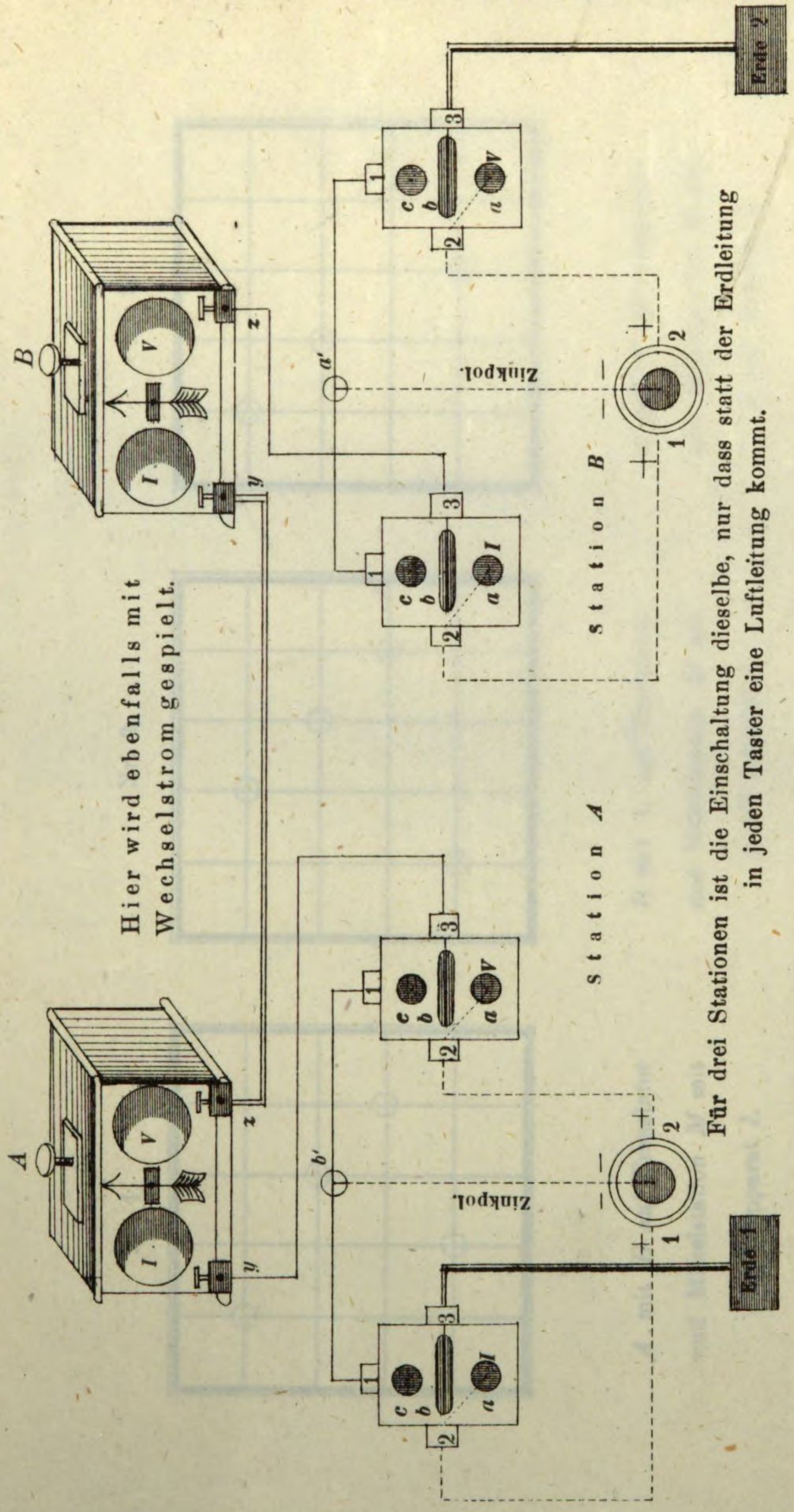
Der Strom geht von + bei x nach a' e' f' bei y zurück, in der Richtung nach a' e' f' bei y.

Hier ist A nach B in der Richtung der Glocke X und Glocke Y durch X und Y.



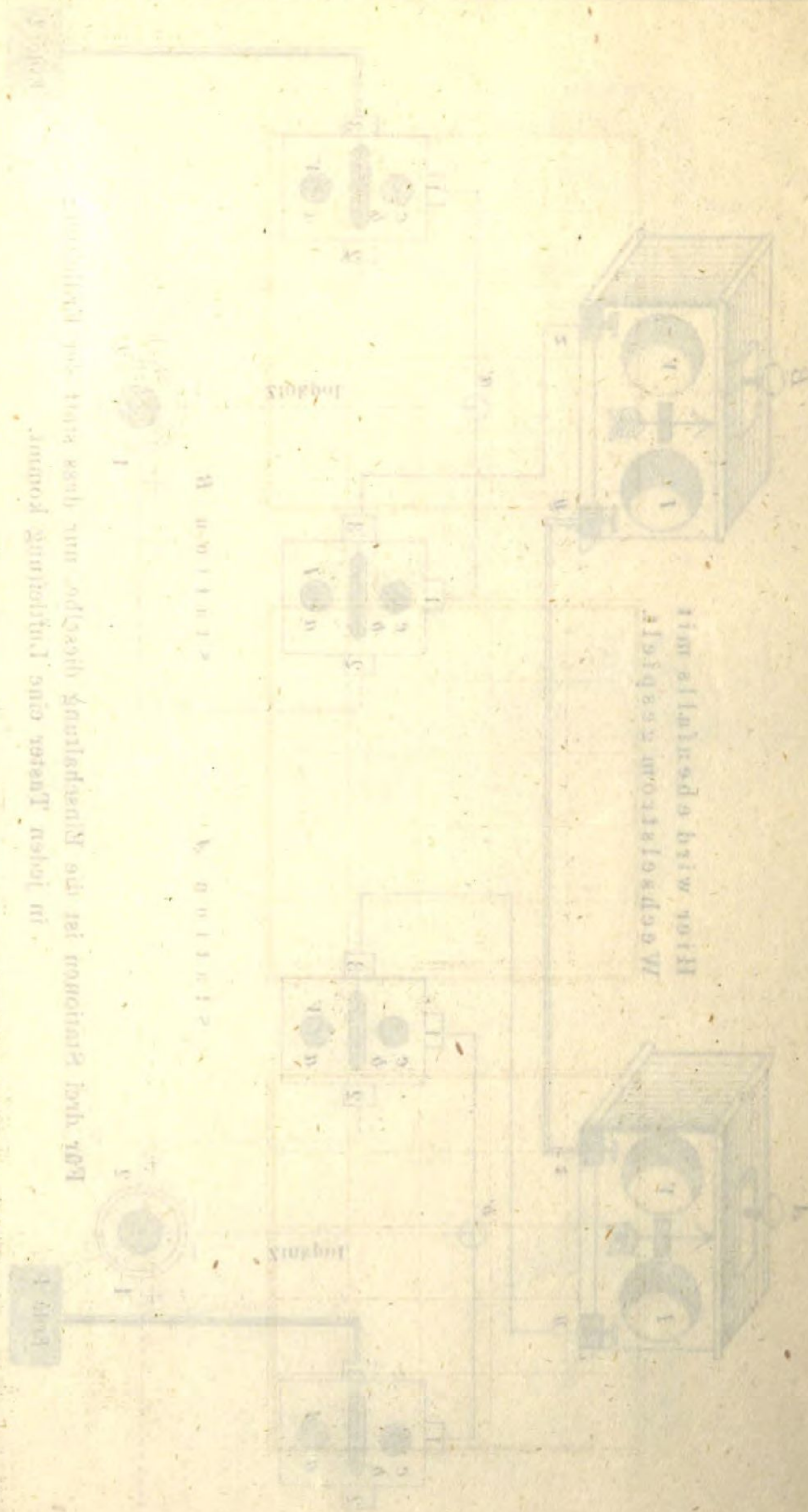
Rein - Verbindung für drei Stationen mit Commutatoren.

Bain - Einschaltung für zwei Stationen
mit Morsetastern.



Wird in A Taster I niedergedrückt: so geht der Strom vom + Pol 1 nach Taster zu 2, a, b, 3, Erde 1 zu Erde 2, Klemme 3, b, c zu 1 durch den Draht a' zum Taster I zu 1, c, b, 3 nach dem Indicator B, tritt bei z ein, lenkt die Nadel auf I ab, tritt bei y aus, geht durch die Leitung nach Indicator A zurück, tritt bei z ein und y aus, geht zn 3, b, c, 1 durch Draht b' zum Zinkpol zurück.

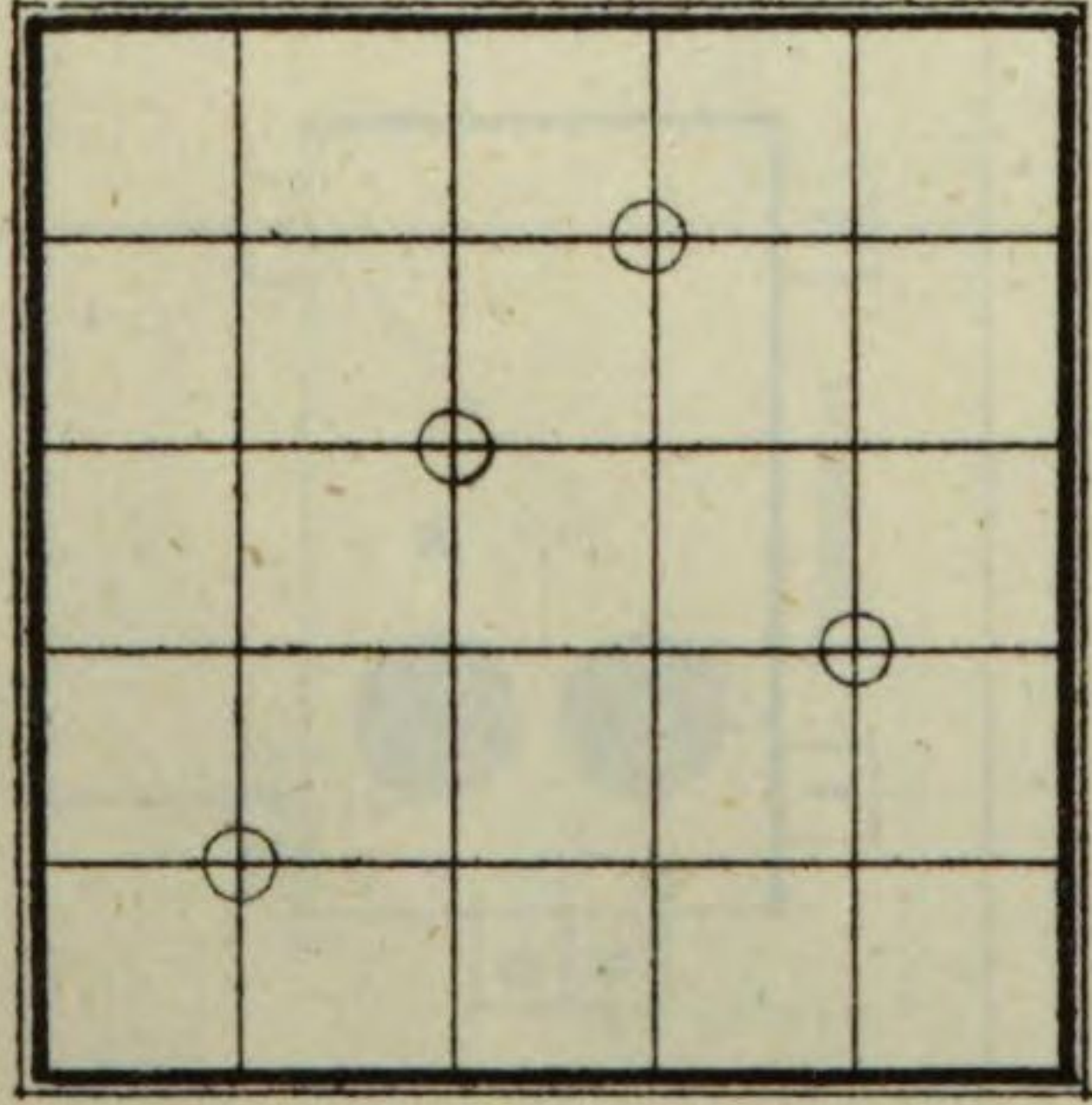
Die verschiedenen Arten der Elektricität sind in diesem Diagramm dargestellt.



Die verschiedenen Arten der Elektricität sind in diesem Diagramm dargestellt. Die verschiedenen Arten der Elektricität sind in diesem Diagramm dargestellt. Die verschiedenen Arten der Elektricität sind in diesem Diagramm dargestellt.

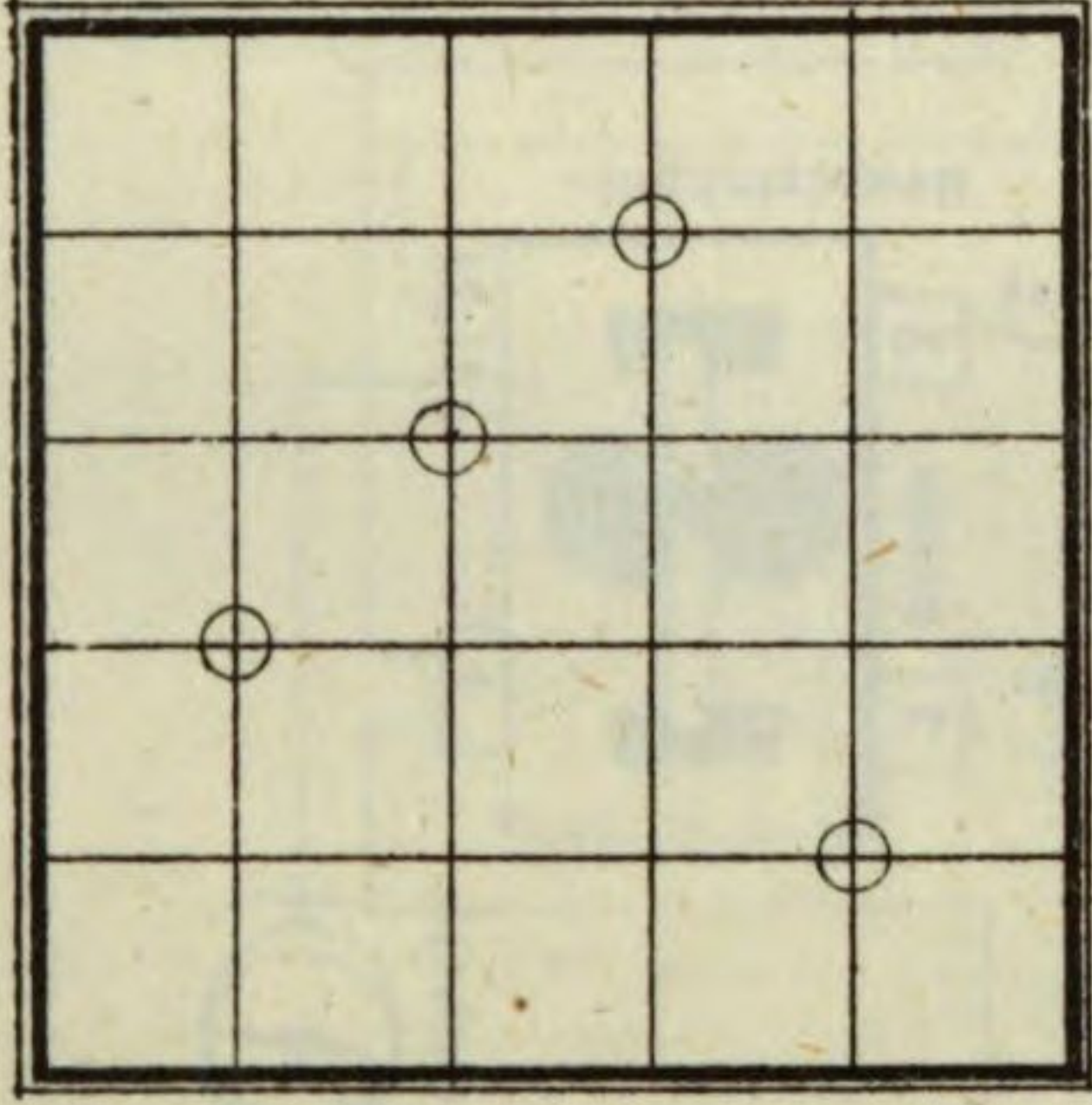
Wechselstellung zur Taf. XII.

Nr. 1.



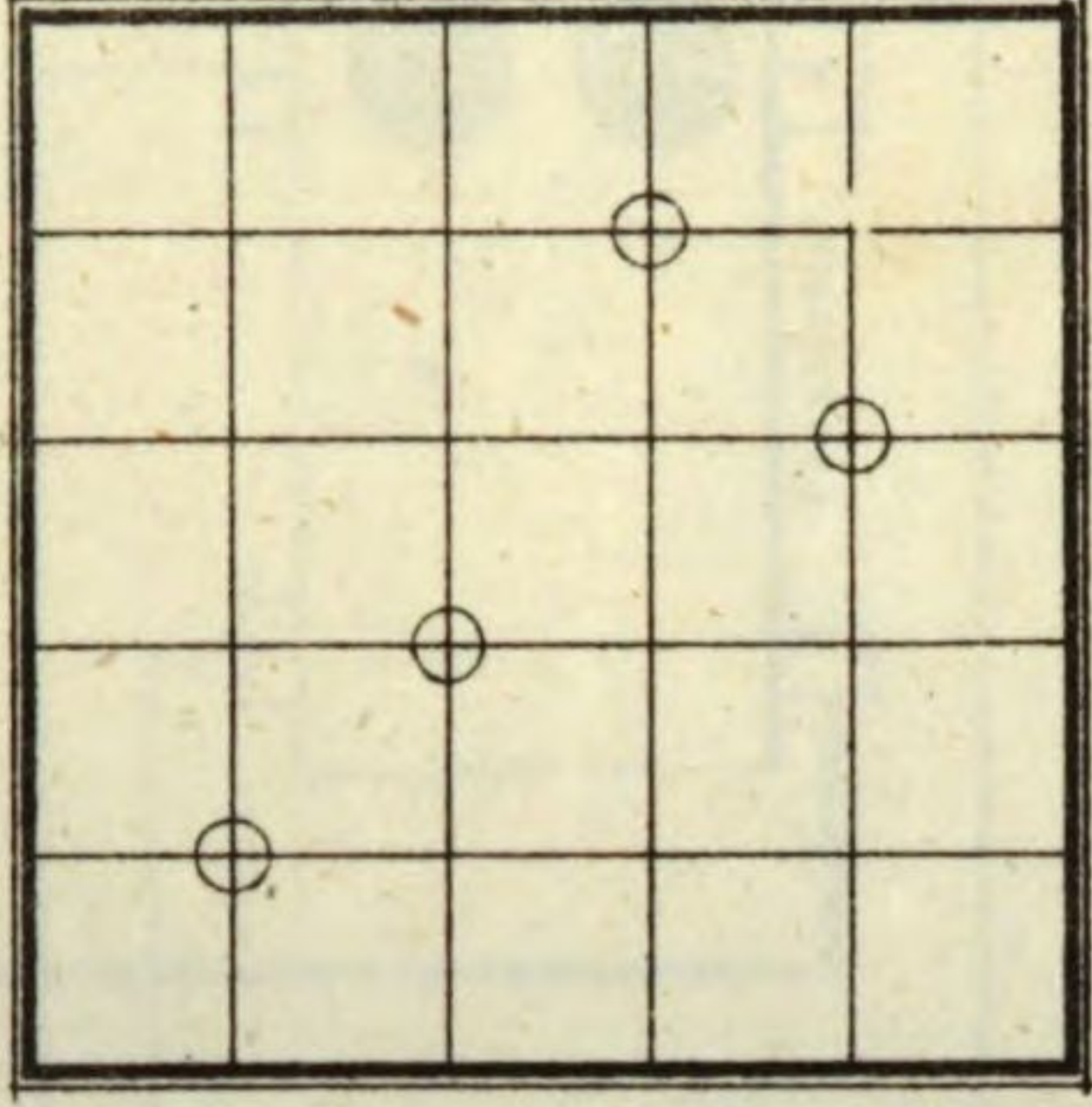
A mit *B* auf Translator
und Mittelstation *M* mit
C auf Apparat *I*.

Nr. 2.



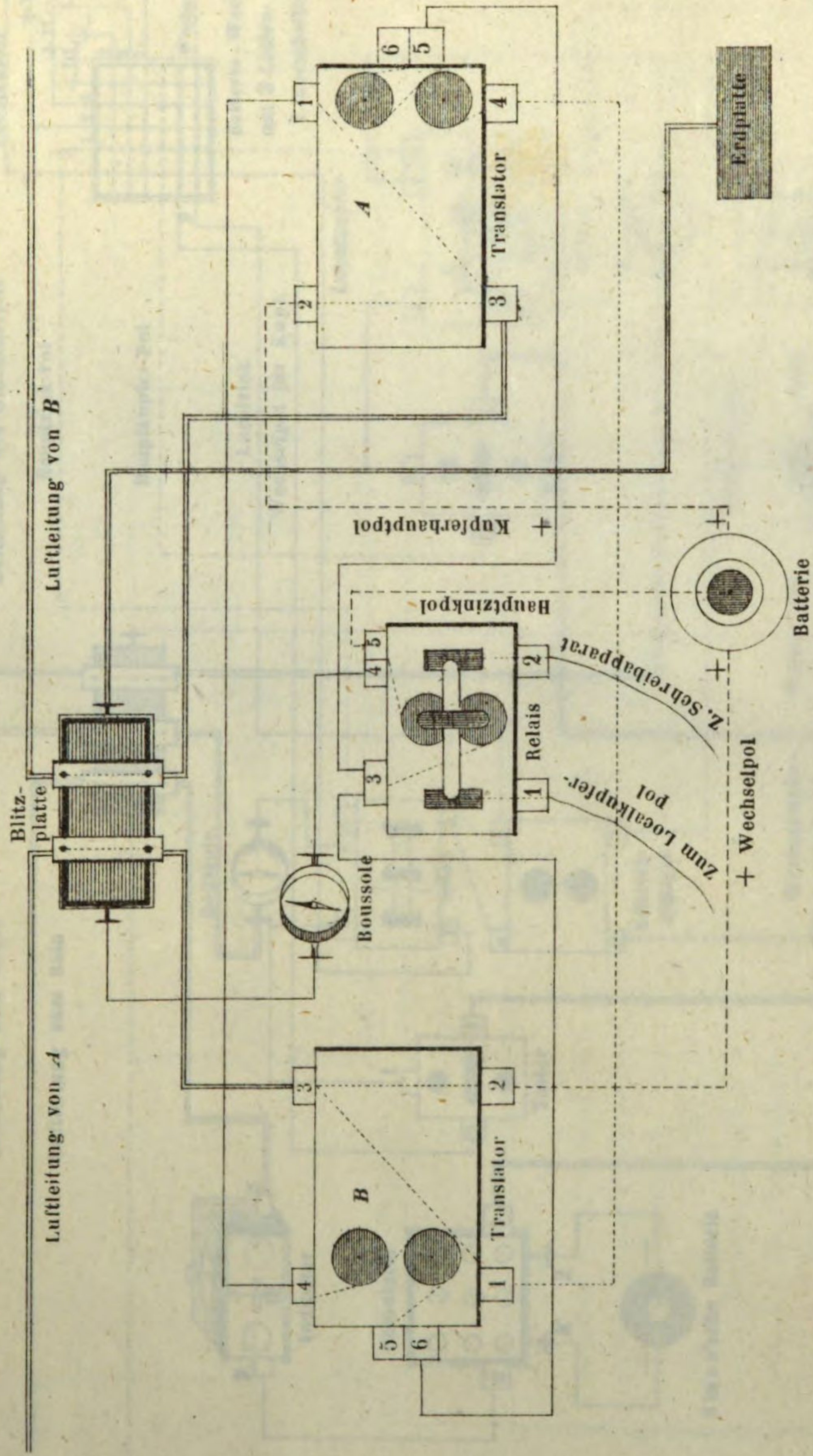
B mit *C* auf Translator
und Mittelstation *M* mit
A auf Apparat *I*.

Nr. 3.

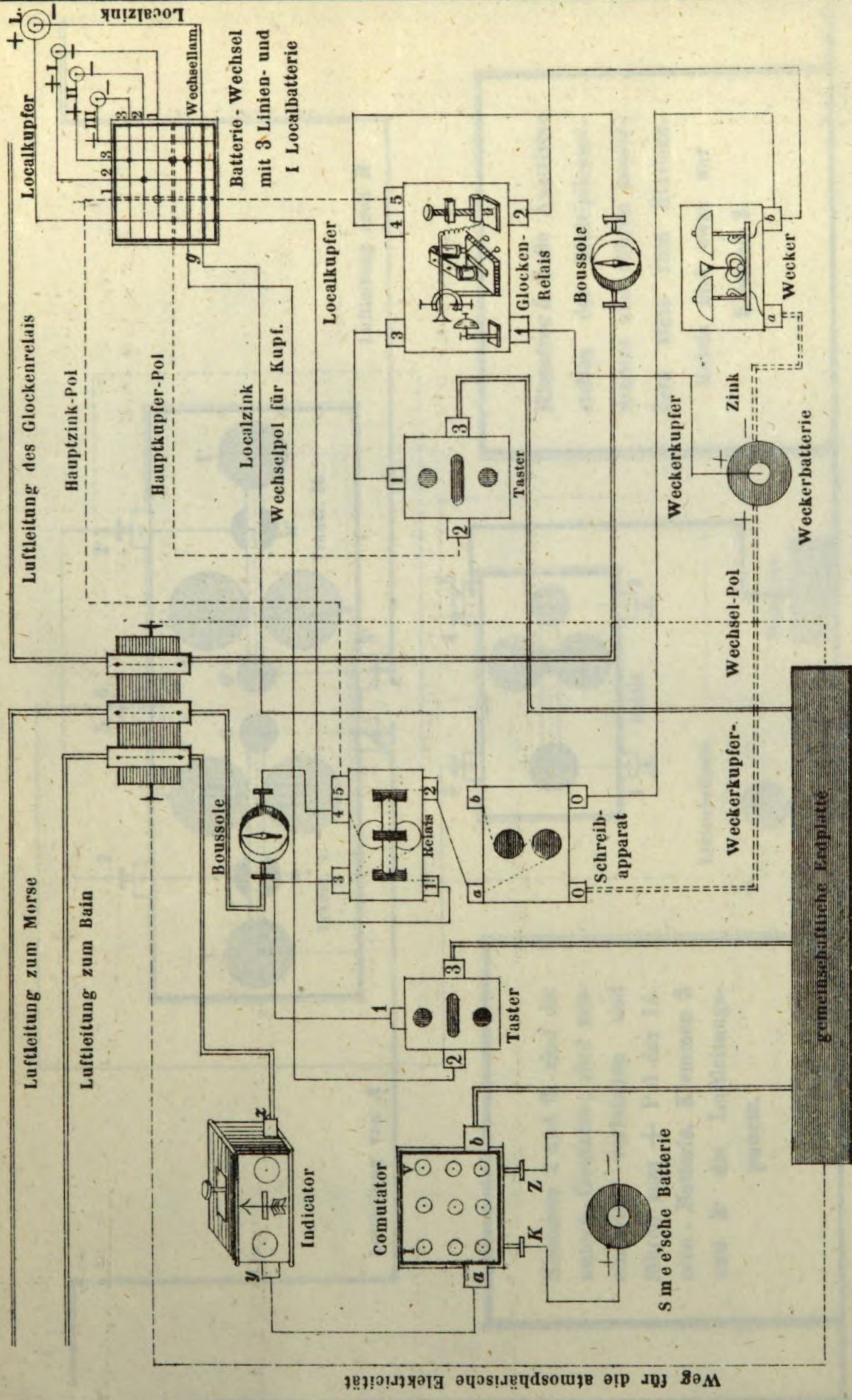


A mit *C* auf Translator
und Mittelstation *M* mit
B auf Apparat *I*.

Verbindung zweier Doppel - Contact - Relais.

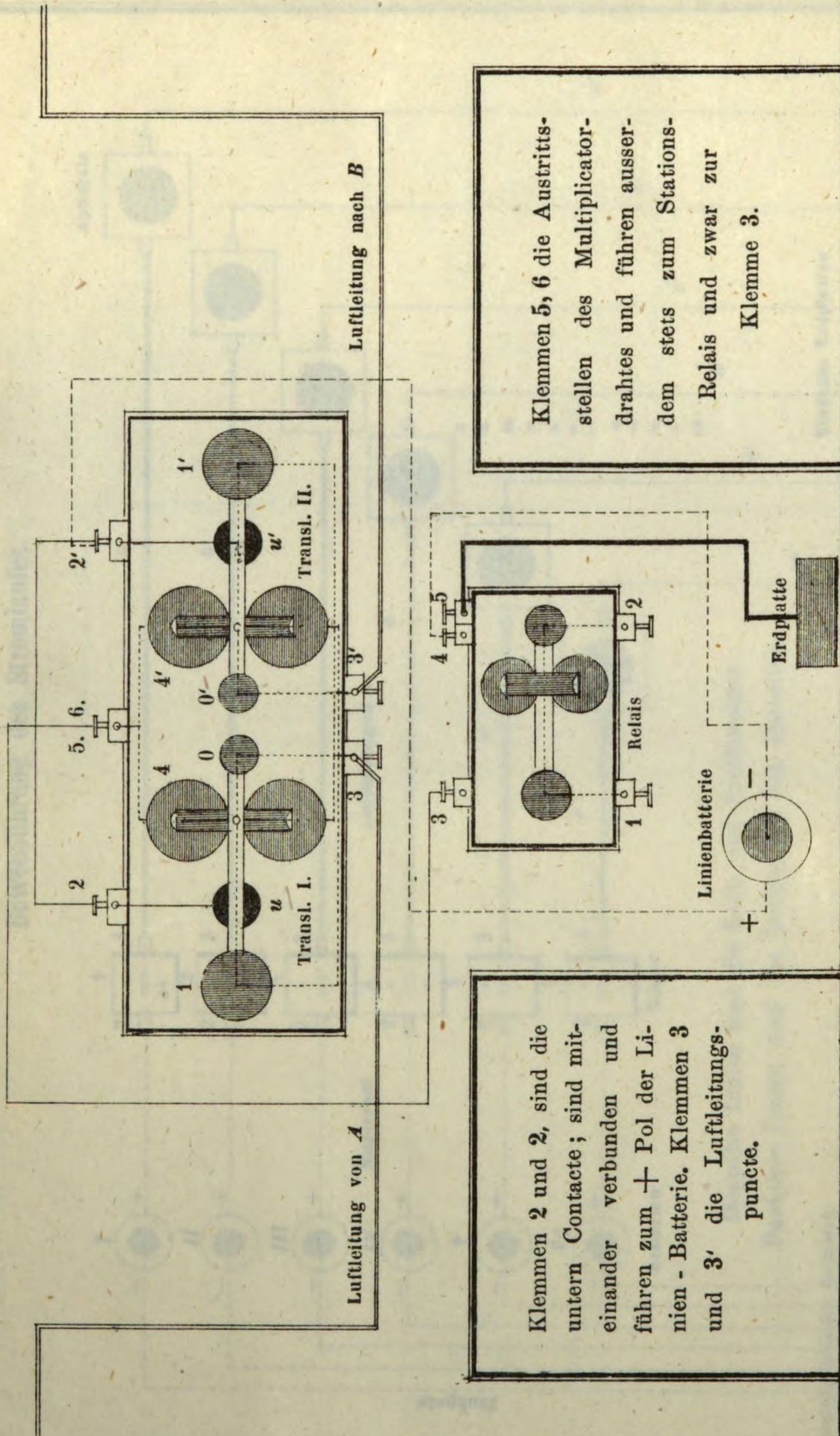


(Erklärung der Contactpunkte bei Doppelcontact - Relais oder sogenannten Relais - Translatoren.) Klemme 1 ist der obere Contact der Limitierungsschraube; 2 der untere Contact des Ständers, der zur Linienbatterie zum + Pol führt; 3 ist der Weg zu dem Ständer, welcher die Feder die an den Hebel befestiget ist trägt, und führt stets zur fremden Station; 4 und 5 sind die beiden Multiplicatorklemmen, wovon 5 zum Relais, zur Boussole und Erde, und 4 zum zweiten Translator führt.



Zeichnung stellt eine Hauptstation vor, in welcher von dreierlei Linien und zwar von verschiedenen Apparaten, als: Bain, Morse und Glockenrelais die Leitungen einlaufen. Der Wechsel geschieht mittelst der Wechsellamelle am Batteriewechsel. Bain hat eigene Batterie.

Das Princip der Translation.



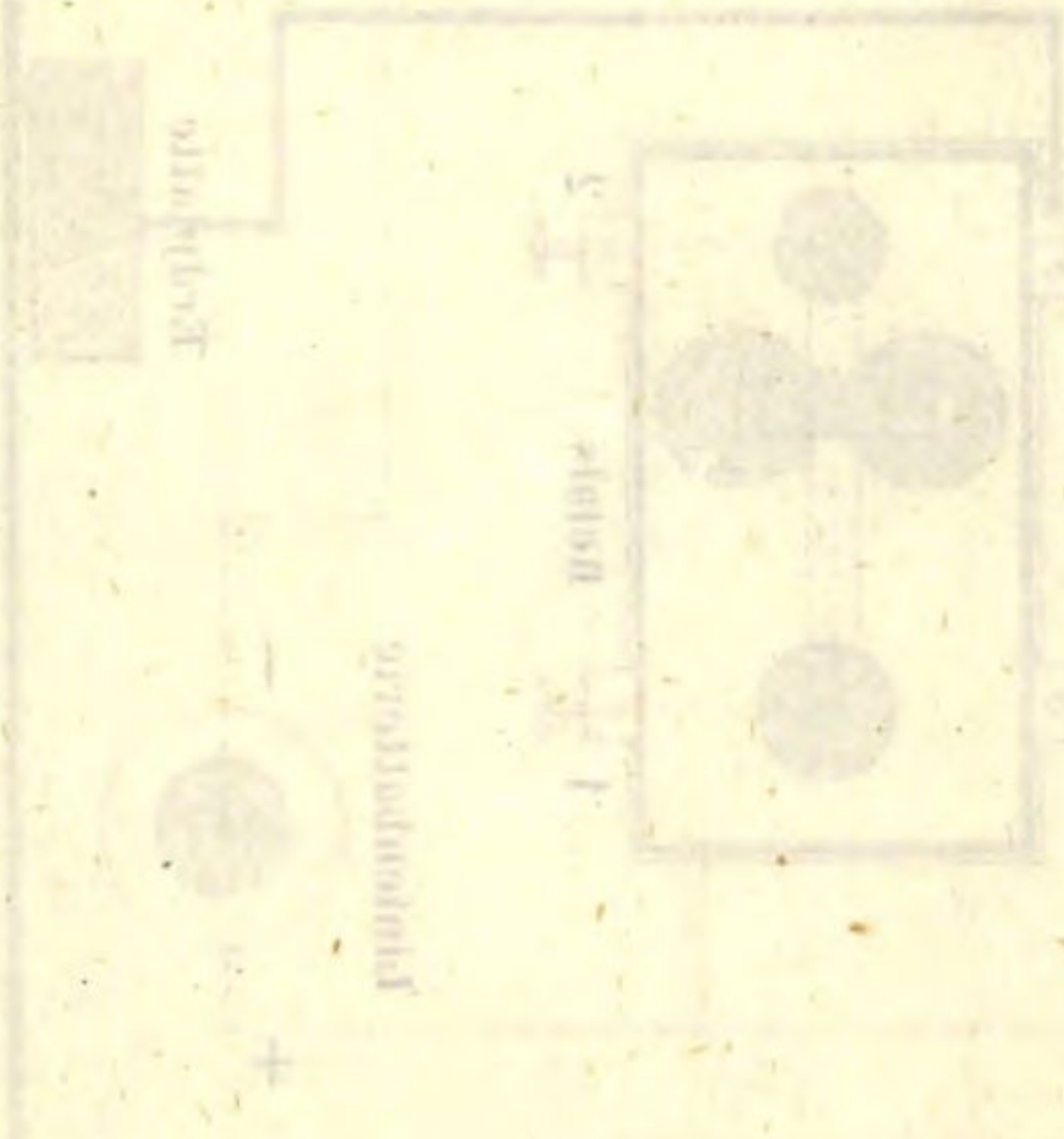
Unter dem Brette haben die beiden Translatoren I und II folgende Verbindung: Der obere Ständer 1 des Transl. I ist mit dem Multiplicator des Transl. II verbunden; eben so 1' mit dem Multiplicator des Transl. I; eben so steht jeder hintere Ständer 0 und 0' mit der Klemme 3 und 3' im Contacte.

steht jeder kleine Zylinder 0 und 0' mit der Klemme 3 und 3' in Contact

Da hier 1 ist mit dem Multiplicator des Lenz II verbunden: so ist 1 mit dem Multiplicator des Lenz I: so ist 1

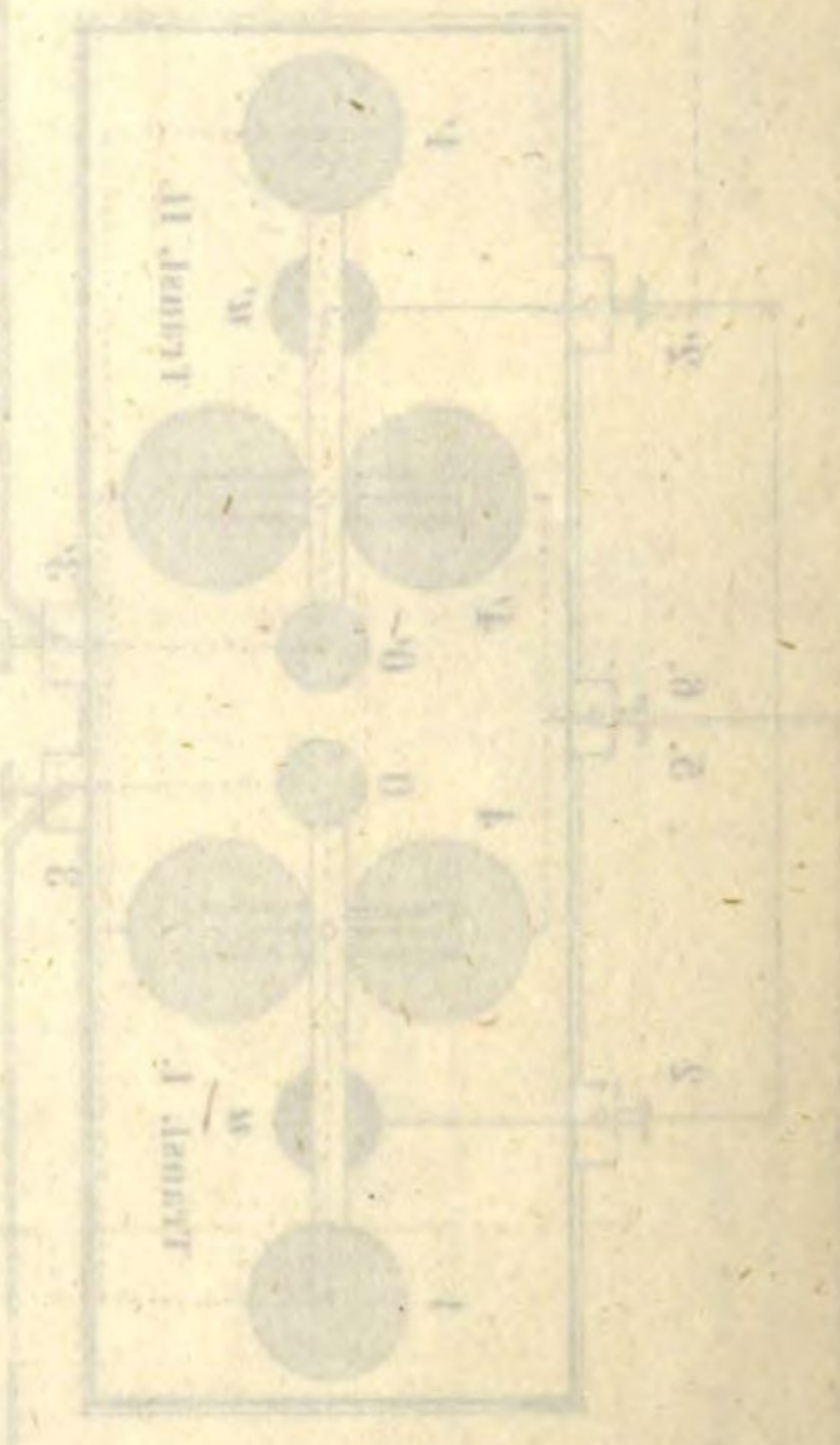
Unter dem Bilde haben die beiden Taster 1 und II folgende Anordnung: Der große Zylinder I des

hinter
und 3, die Tasterung
also - kleine Klemmen 3
haben zum + Pol der I
gehört, verbunden und
mit dem Contact: sind mit
Klemmen 3 und 3' sind die



Klemme 3
ist mit dem Multiplicator
des Lenz I verbunden: so ist 1 mit dem Multiplicator
des Lenz II verbunden: so ist 1 mit dem Multiplicator
des Lenz I verbunden: so ist 1 mit dem Multiplicator

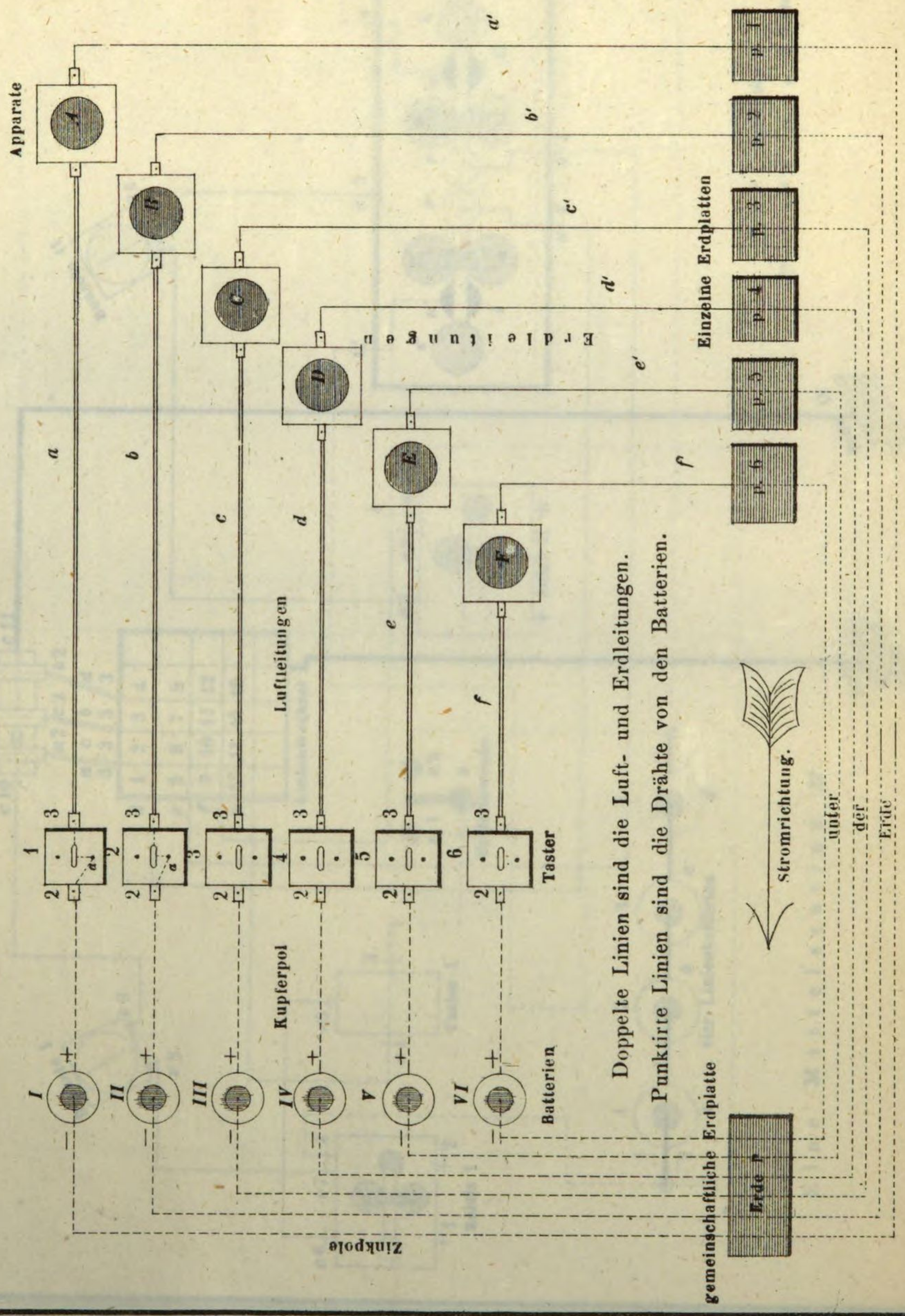
Einleitung von A



Einleitung von B

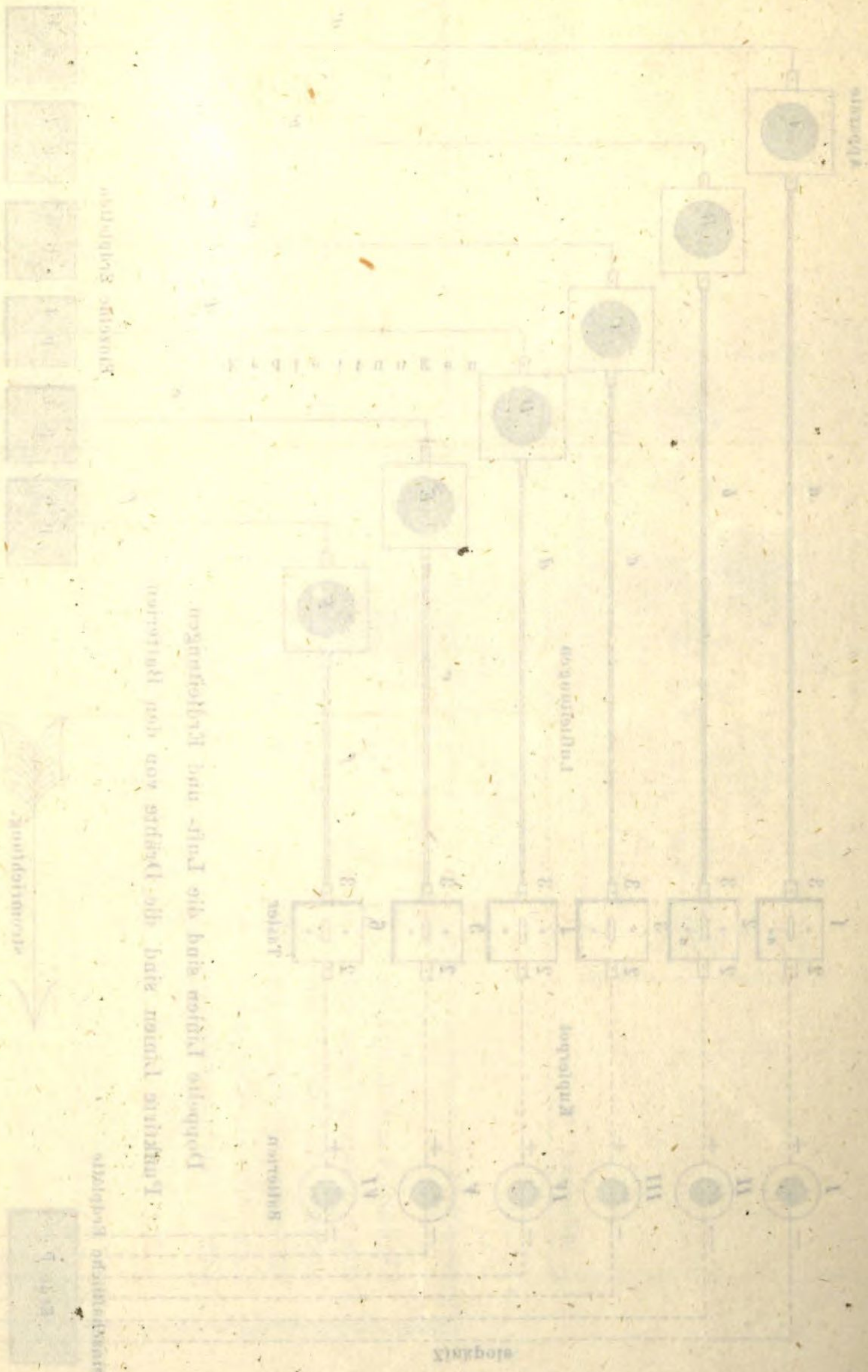
Das Bild der Tasterung

Beweisführung des Stromlaufes.



Doppelte Linien sind die Luft- und Erdleitungen.
 Punktirte Linien sind die Drähte von den Batterien.

Bestimmung des Stromes



Strom

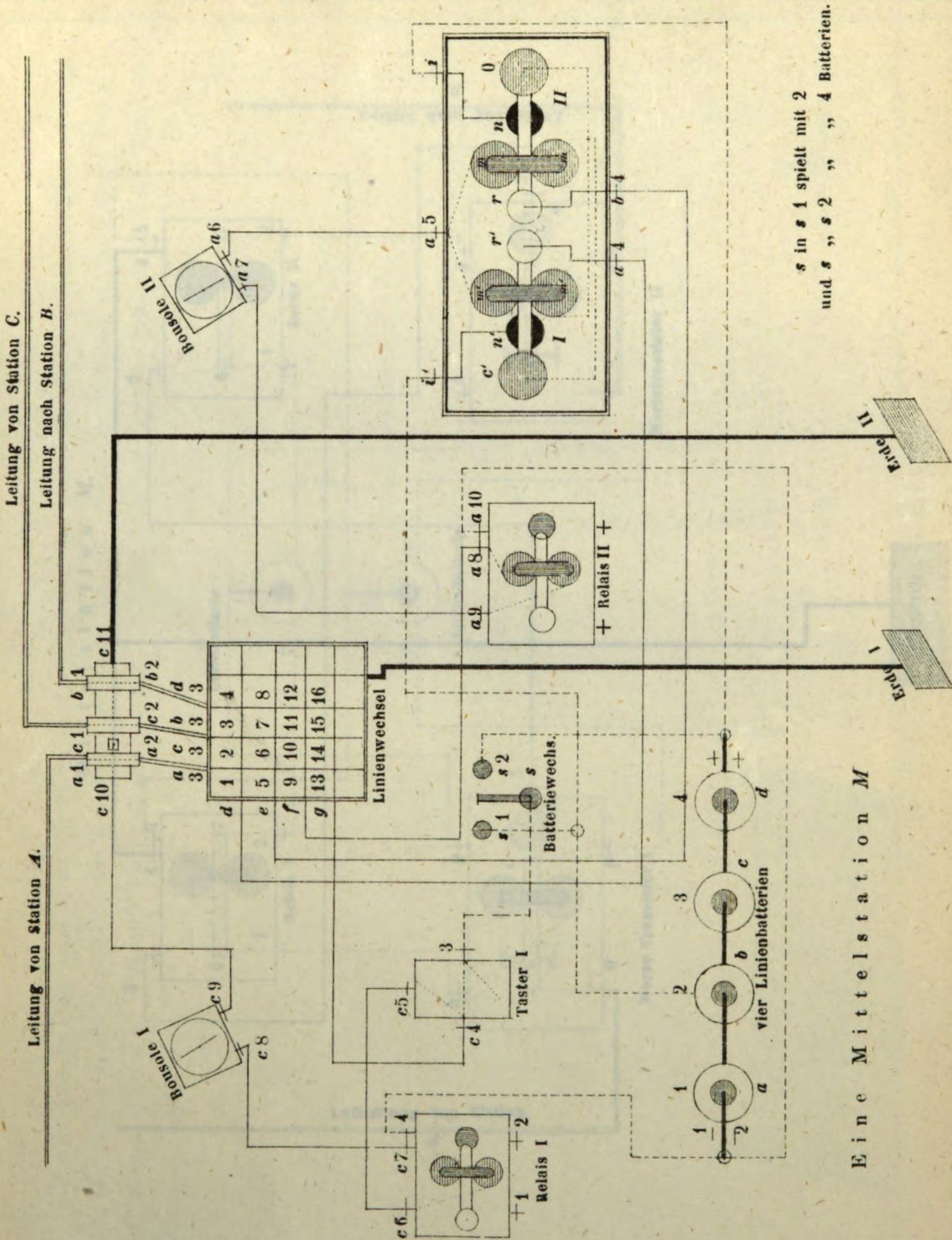
Spannung

Widerstand

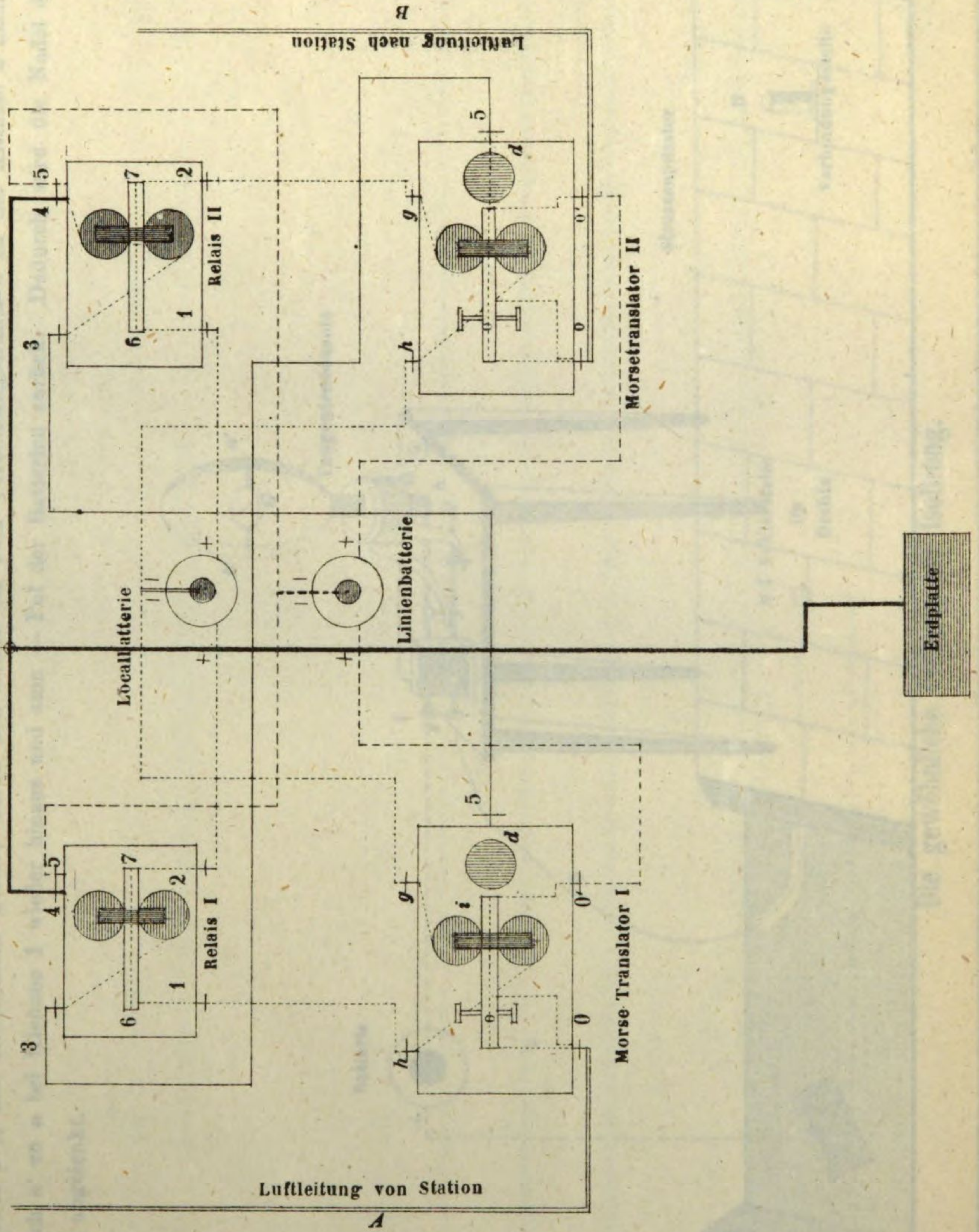
Leistung

Strom

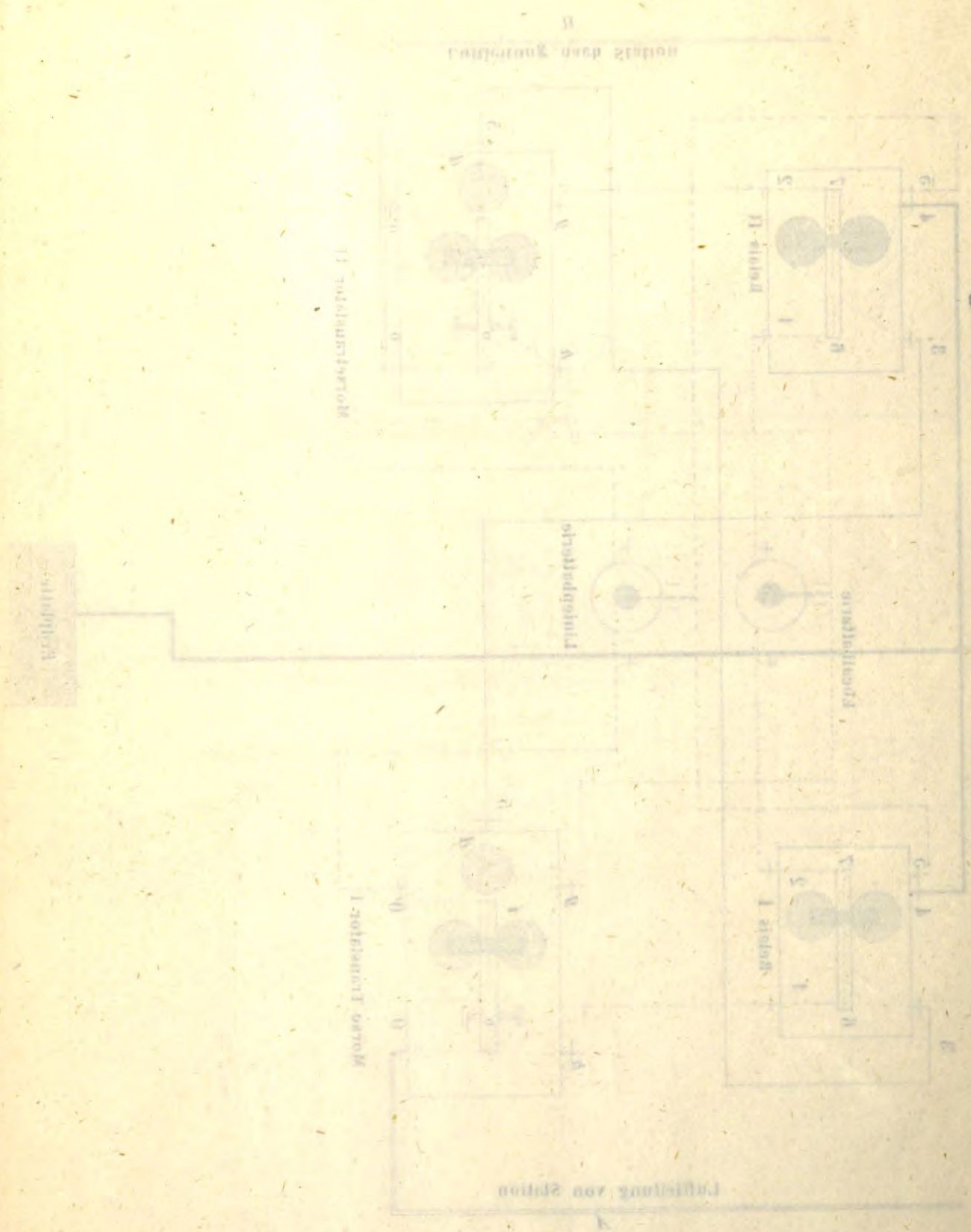
Strom



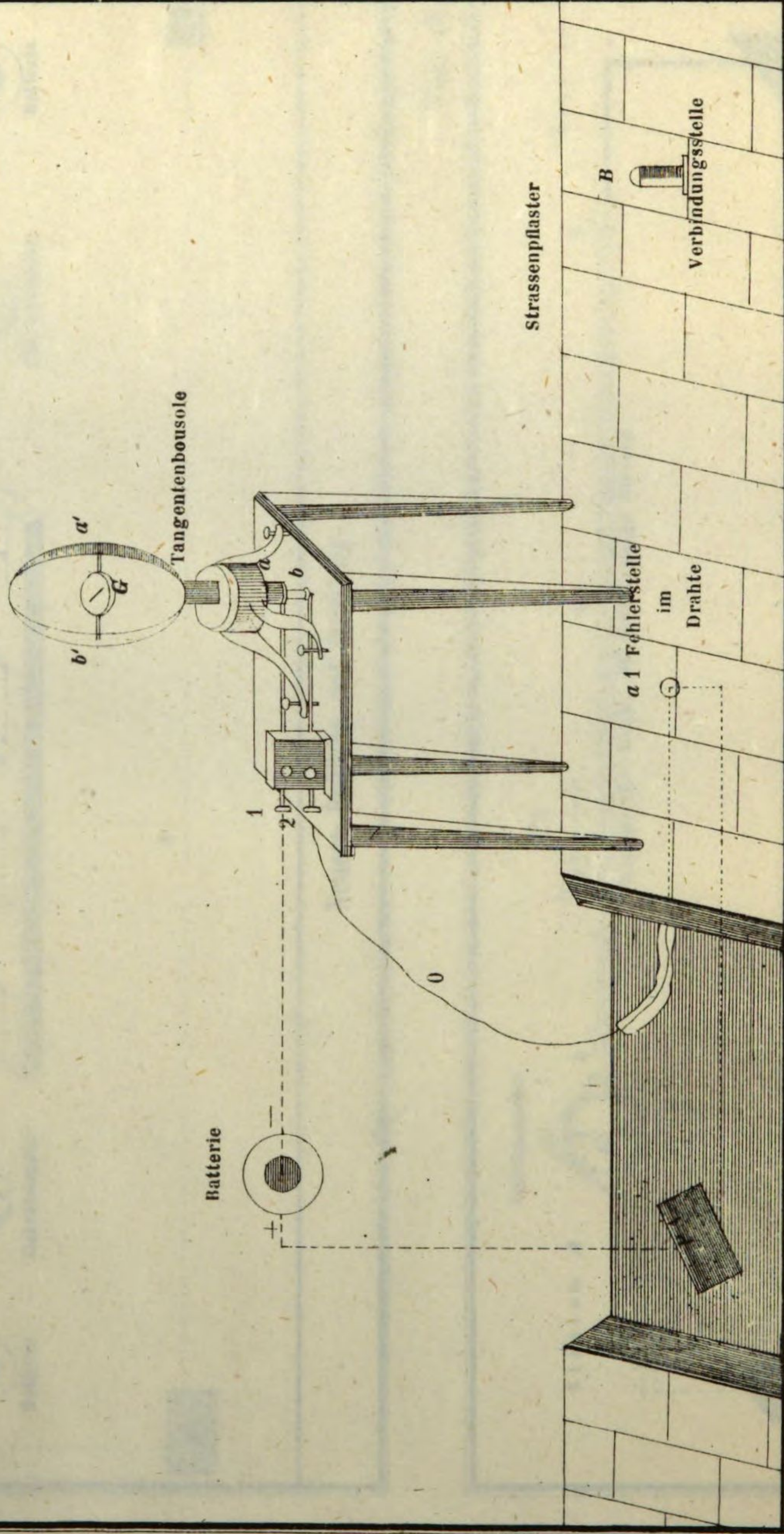
Mittelsstation M.



Modellstation

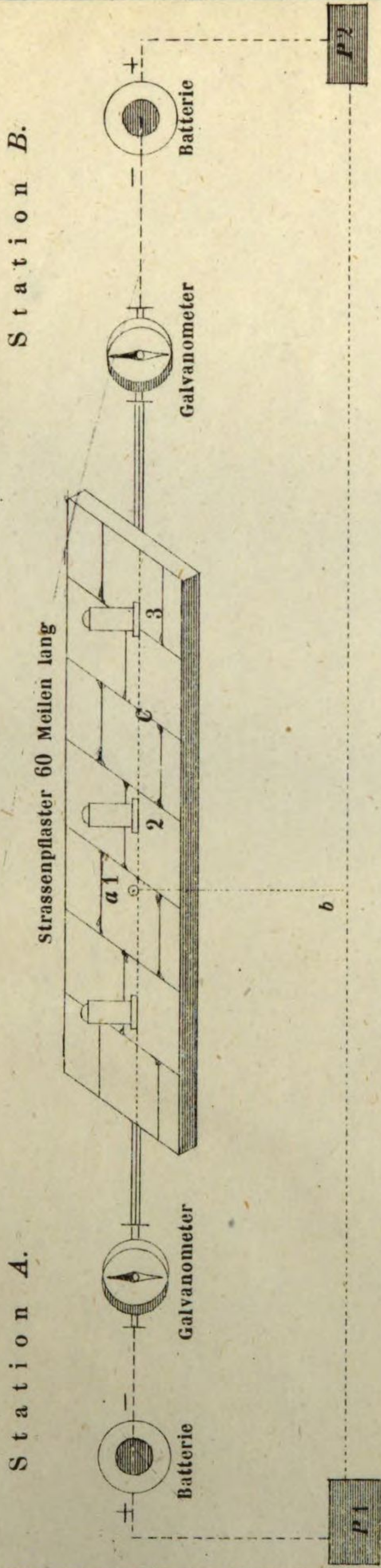


Der Strom geht hier, wenn in *a1* die fehlerhafte Stelle ist, vom + Pol der Batterie zur Platte *P1*; von da in der Erde fort nach *a1*, der fehlerhaften Stelle, durch den Draht bis zum Verbindungsdrahte *0* zu der Klemme *2* nach *b* über *b'* nach *a'* zu *a* bei Klemme *1* wieder hinaus und zum - Pol der Batterien zurück. Dadurch wird die Nadel des Galvan. *G* abgelenkt.

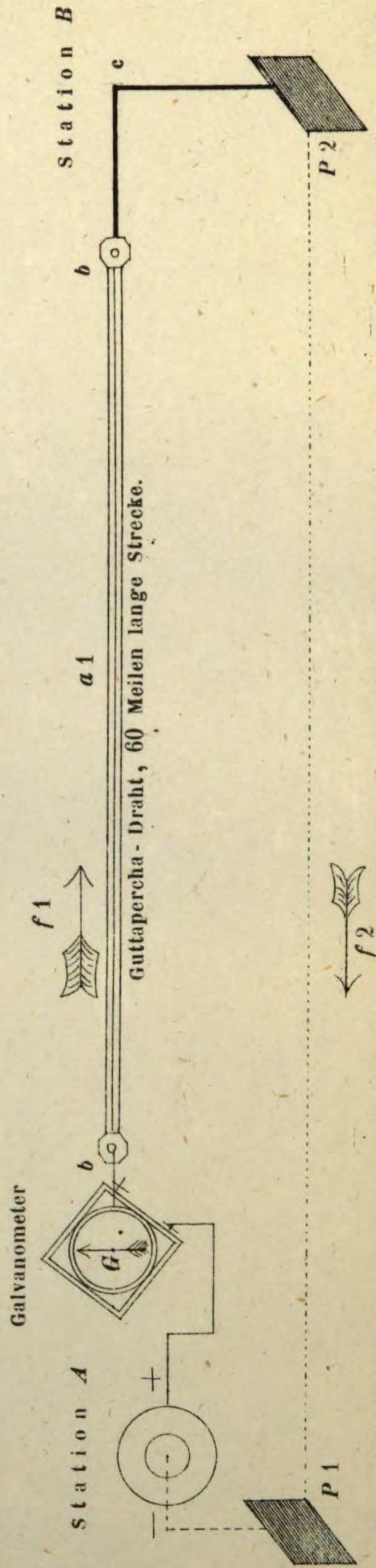


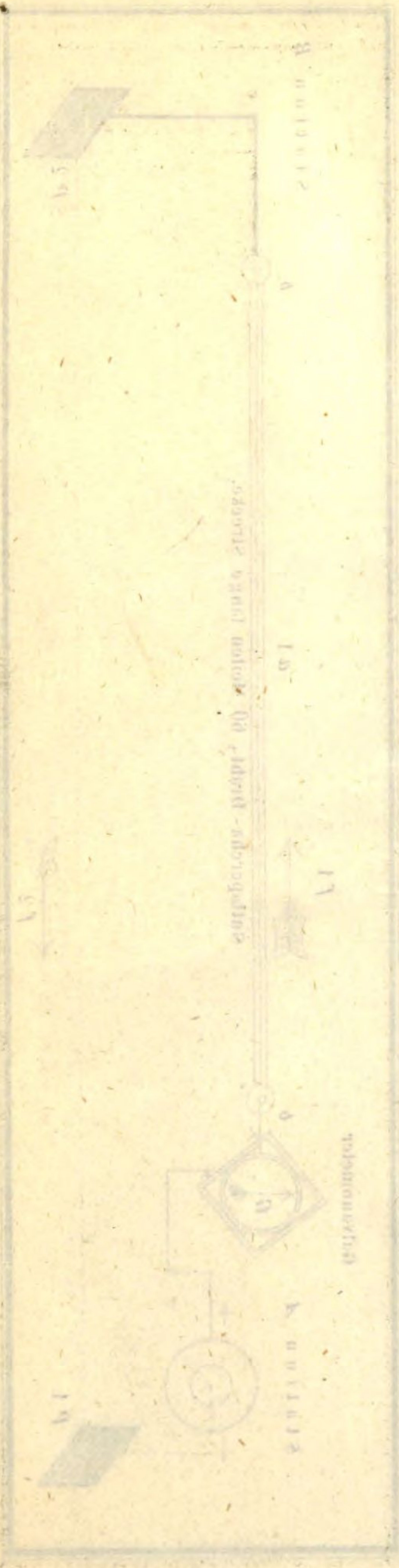
Die gewöhnliche Prüfung auf Isolirung.

$$w : W = M : m (x).$$

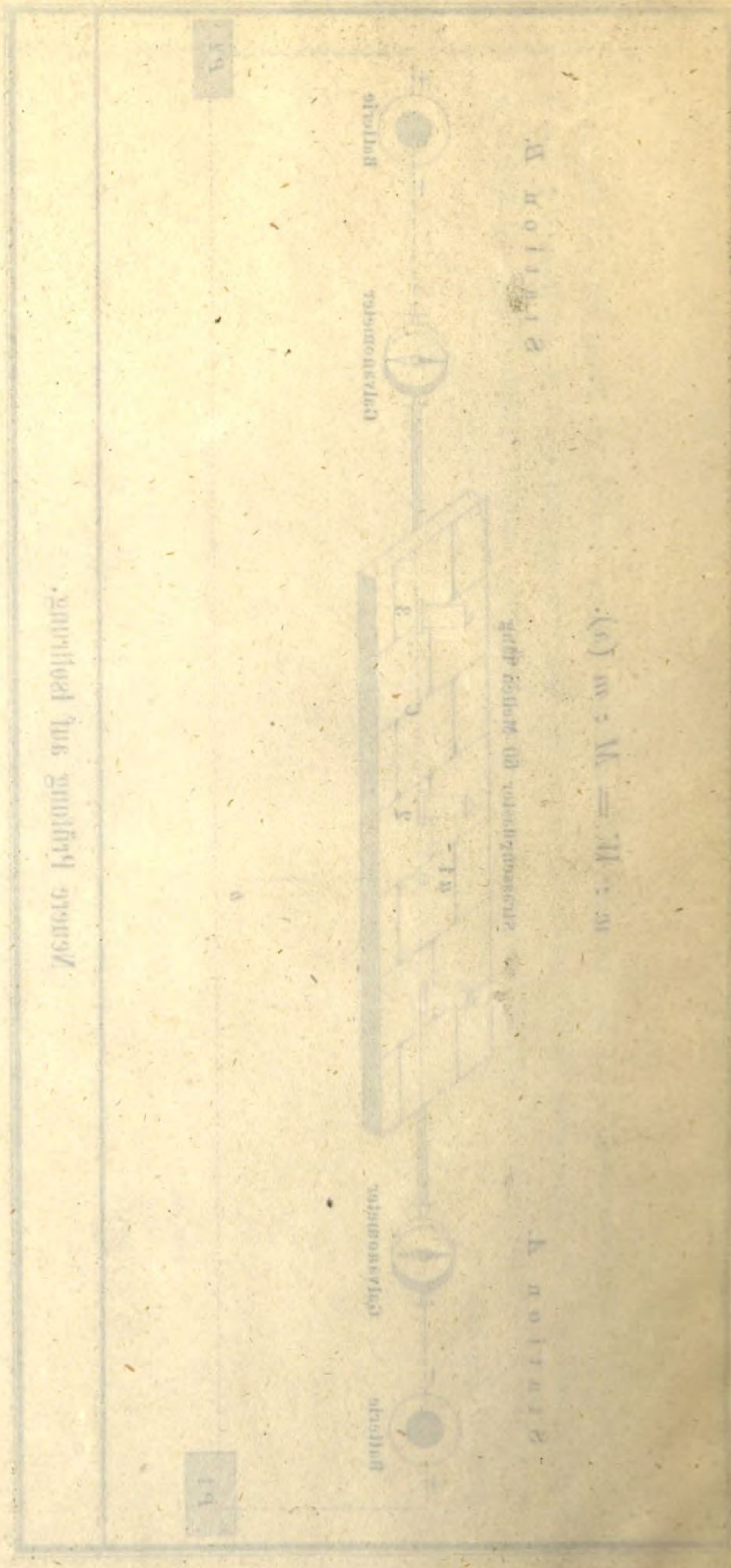


Neuere Prüfung auf Isolirung.





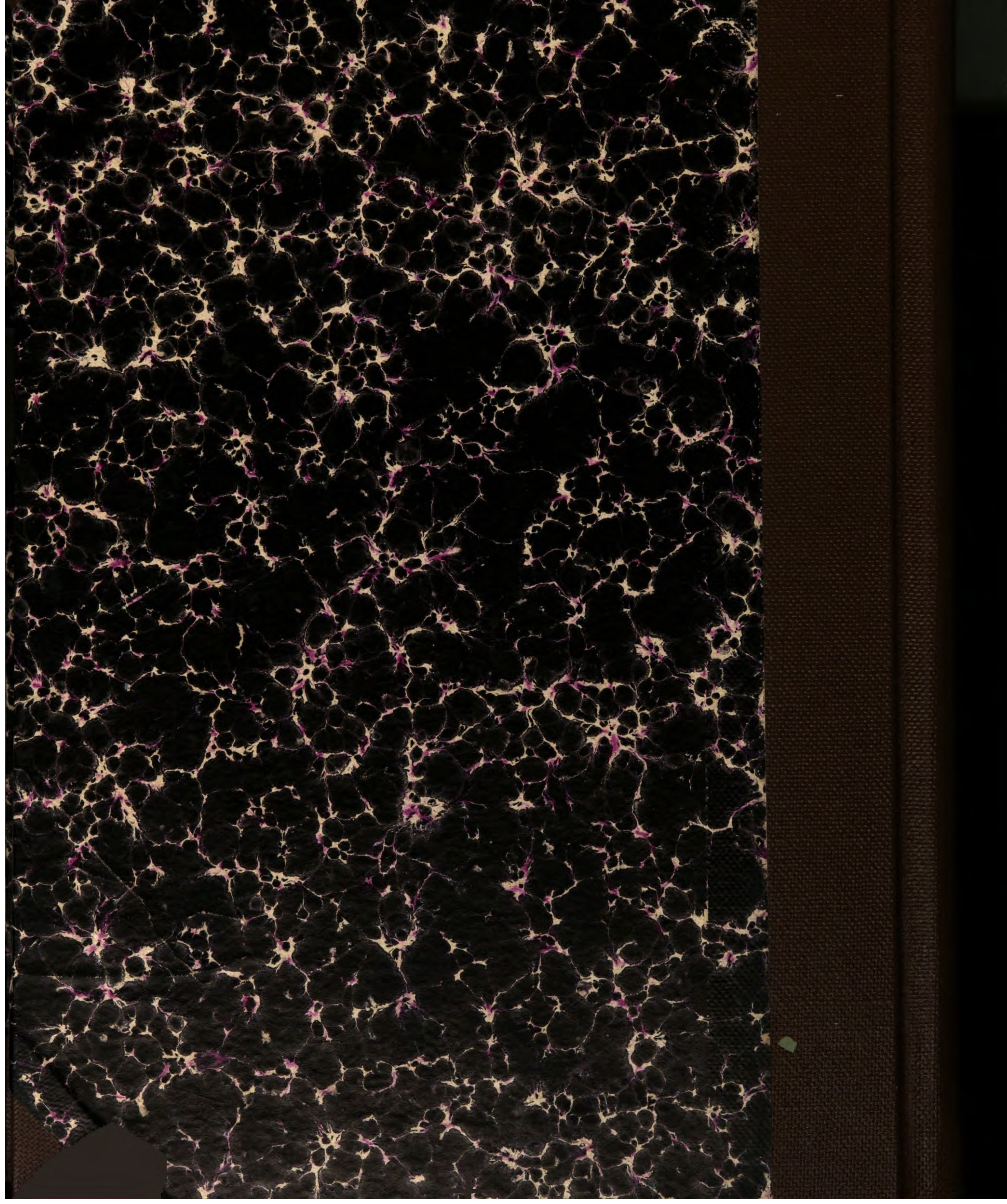
77



$$W = M = M = M$$

H. Heinrich
BUCHBINDER - EINRAHMUNGEN
64056 Rottenburg
Telefon 087 89 / 1577

9/07



Forsach, Joseph

Handbuch der electricen, galvanischen, magnetischen und
electromagnetischen Telegraphie ein theoretisch-praktischer Leitfaden zur
richtigen Kenntniss der bezüglichen Apparate, Batterien und deren
chemischen Prozesse, dann der Einschaltungs-Methoden, nebst einer

Wien 1854

Graph. 751

urn:nbn:de:bvb:12-bsb10431419-7